

I. *Ueber die Zusammensetzung der in der Natur
vorkommenden niobhaltigen Mineralien;*

von H. Rose.

(Schluss.)

II. Samarskit.

Dieses merkwürdige Mineral ist zuerst von meinem Bruder beschrieben und Uranotantal genannt worden¹⁾. Man hat es bis jetzt nur im Ilmengebirge bei Miask im Ural gefunden. Unstreitig ist der Samarskit noch von ursprünglicher Beschaffenheit und nicht, wie so viele Columbite, durch den Einfluss der Atmosphäre und des Wassers zersetzt worden. Deshalb ist er immer von fast demselben spec. Gewichte. Dasselbe ist zwischen 5,6 und 5,7. Welche merkwürdige Veränderungen er beim Glühen erleidet, habe ich schon früher mitgetheilt. In seinem äußern Ansehen verändert sich der Samarskit durch Glühen wenig, wohl aber in seiner Dichtigkeit, die nach dem Glühen, wobei er eine Lichterscheinung zeigt, bedeutend geringer ist als vor dem Glühen²⁾.

Von allen niobhaltigen Mineralien ist keins so oft in meinem Laboratorium der Untersuchung unterworfen worden, als der Samarskit. Aber obgleich die Analysen von jungen Chemikern, von deren Genauigkeit ich überzeugt seyn konnte, unternommen wurden, so stimmten die Resultate doch wenig mit einander überein.

Es hatte zuerst vor längerer Zeit Hr. Wornum drei

1) Pogg. Ann. Bd. 48, S. 555.

2) Pogg. Ann. Bd. 72, S. 469 und Bd. 103, S. 320.

Poggendorff's Annal. Bd. CXVIII.

Analysen des Minerals angestellt; er konnte aber ungeachtet aller Sorgfalt keine übereinstimmenden Resultate erhalten, weshalb dieselben nicht bekannt gemacht wurden.

Hr. v. Peretz wiederholte die Untersuchungen über die Zusammensetzung des Samarskits ¹⁾. Ihm verdanken wir ebenfalls drei Analysen dieses Minerals, die besser untereinander übereinstimmen, als die von Wornum. Die Resultate seiner Untersuchungen sind folgende:

	I.	II.	III.
Unterniobsäure	56,38	56,00	55,91
Magnesia	0,80	0,75	0,75
Kalkerde mit Manganoxydul	0,92	1,02	1,88
Eisenoxydul	15,43	15,90	15,94
Uranoxyd	14,16	16,70	16,77
Yttererde	9,15	11,04	8,36
Kupferoxyd		Spuren	
	96,84	101,41	99,61

Bei den Analysen I und II wurde das Mineral durch Schmelzen mit zweifach-schwefelsaurem Kali zersetzt; bei III vermittelt Schwefelsäure.

Hr. Chandler stellte darauf noch zwei Analysen des Samarskits an, bei denen er wie Hr. v. Peretz das Mineral durch Schmelzen mit zweifach-schwefelsaurem Kali zersetzte. Die Resultate der Untersuchungen sind folgende:

	I.	II.
Unterniobsäure	54,92	55,28
Wolframsäure	0,75	0,48
Zinnsäure		0,26
Uranoxyd	17,87	20,56
Eisenoxydul	16,00	14,09
Manganoxydul	0,42	0,69
Kupferoxyd	—	0,07
Yttererde	5,10	4,72
Kalkerde	0,55	0,33
Magnesia	0,31	0,22
	95,92	96,70.

1) Pogg. Ann. Bd. 71, S. 157.

Die Analysen der HH. v. Peretz und Chandler weichen, wie sich aus der Zusammenstellung ergibt, in mancher Hinsicht, namentlich hinsichtlich des Gehalts an Yttererde, auch hinsichtlich des Uranoxyds wesentlich von einander ab. Die Trennung des Uranoxyds und Eisenoxyds von der Yttererde geschah bei allen Analysen durch kohlensaure Baryterde, eine Trennung, welche ich freilich früher immer befolgen liefs, von der ich mich aber später überzeigte, dafs sie keine sicheren Resultate giebt, indem man es schwer vermeiden kann, dafs mit den gefällten Oxyden auch Yttererde niedergeschlagen wird. Es ist dies der Grund, weshalb namentlich bei den Analysen von Chandler der Gehalt an Yttererde so gering ausgefallen ist. Die Trennung kann aber sehr gut durch Oxalsäure bewerkstelligt werden.

Es ist schon oben bei der Untersuchung der Columbite bemerkt worden, dafs die Zersetzung der niob- und tantalhaltigen Mineralien durch Schmelzen mit zweifach-schwefelsaurem Kali zu Irrthümern Veranlassung geben kann, und dafs besonders die schwachen Basen wie das Eisenoxyd nicht vollständig von den Säuren des Tantals und des Niobs dadurch getrennt werden können. Ebenso wie das Eisenoxyd können bei der Behandlung des mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzenen Minerals mit Wasser noch andere Oxyde ungelöst bleiben, und zwar ausser schwach-basischen Oxyden auch solche, welche theils mit der Schwefelsäure, theils mit dem schwefelsauren Kali Verbindungen bilden, die unlöslich oder schwer löslich in Wasser und in einer Lösung von schwefelsaurem Kali sind. Auch solche Oxyde, welche zwar bei gewöhnlicher Temperatur in Schwefelsäure löslich sind, aber aus der Lösung durch Erhitzen oder durch Zusetzen von vielem Wasser sich ausscheiden, können leicht mit den ungelösten Säuren des Tantals und des Niobs abgeschieden werden. Von dieser Art sind die Kieselsäure, die Zinnsäure, die Zirkonsäure, die Thorerde, die Wolframsäure, die Titansäure, die Oxyde des Cers,

des Lanthans und des Didyms, das Bleioxyd und die alkalischen Erden.

Von manchen dieser Oxyde sind bei der Aufschliessung durch saures schwefelsaures Kali die Säuren des Tantal und des Niobs schwer zu trennen, und wenn man sie nicht besonders aufsucht oder ihre Gegenwart nicht vermuthet, so können sie sich leicht der Wahrnehmung entziehen. Es sind besonders die Thorerde und die Zirconsäure, deren Gegenwart man bei der Analyse der tantal- und niobhaltigen Mineralien ganz übersehen, oder deren Menge man nicht richtig bestimmen kann, wenn man die Mineralien durch Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali zersetzt.

Wenn man daher von der Zusammensetzung der tantal- und namentlich der niobhaltigen Mineralien, besonders solcher, welche nicht so einfach wie die Columbite zusammengesetzt sind, sich nicht durch Versuche überzeugt hat, so thut man wohl, die Zersetzung statt durch saures schwefelsaures Kali durch kohlen-saures Kali auf die Weise zu bewirken, wie es oben bei der Zersetzung der Columbite erörtert ist. Man kann dadurch die Zirconsäure und die Thorerde, so wie die Titansäure und die Oxyde des Cers (mit denen des Lanthans und des Didyms), die im Ueberschufs von Kali ganz unlöslich sind, von den Säuren des Tantal und des Niobs trennen, welche sich als Kalisalze auflösen und in einem Ueberschufs von Kali leicht löslich sind, und nur durch Wolframsäure und Zinnsäure, von denen sie leicht zu trennen sind, so wie durch Kieselsäure verunreinigt seyn können.

Es war für mich von besonderem Interesse, die richtige Zusammensetzung des Samarskits festzustellen. Das Mineral ist in so vieler Hinsicht interessant; auch hatte ich dazu eine gleichsam moralische Verpflichtung, da ich durch die Freigebigkeit des Hrn. v. Samarski mit einer sehr grossen Menge von diesem seltenen Minerale zur Untersuchung versehen worden war. Da die in meinem Laboratorium angestellten Analysen des Samarskits so bedeutend von einander abwichen, so veranlafte ich Hrn. Finkener die

Analyse des Minerals zu wiederholen, und nur durch seine unverdrossene Ausdauer ist es möglich gewesen, ungeachtet der noch zum Theil unvollkommenen Scheidungsmethoden zufriedenstellende Resultate zu erhalten und früher übersehene Stoffe aufzufinden.

Das fein gepulverte Mineral wurde in einer Atmosphäre von trockenem Kohlensäuregas bis zu 200° erhitzt, gewogen, und dann in Kohlensäuregas geglüht. Der geringe Gewichtsverlust wurde für Wasser angenommen. Es war nothwendig, wegen des heftigen Decrepitirens, das Mineral als Pulver und nicht in Stücken zur Bestimmung des Glühverlustes anzuwenden.

Das Pulver wurde mit der 5fachen Menge von kohlen-saurem Kali erst über einer Lampe und sodann einige Zeit vermittelst eines kleinen Gebläses geschmolzen. Die geschmolzene grüne Masse wurde mit Wasser behandelt, zu welchem etwas Kalihydrat hinzugefügt worden war, um das Uranoxyd vollständig zu fällen, das durch den Einfluß des kohlen-sauren Kalis sich aufgelöst haben konnte. Es wurde ferner eine sehr kleine Menge von Schwefelwasserstoffwasser hinzugesetzt, wodurch das suspendirte Eisenoxyd, das nicht zu filtriren ist, sich nach einiger Zeit als Schwefel-eisen absetzte. Nach dem Auswaschen wurde das Unge-löste mit Schwefelsäure behandelt, der Ueberschuß derselben fast vollständig durch Abdampfen verflüchtigt, das Abgedampfte in Wasser gelöst, und der sehr geringe unge-löste Rückstand von Neuem mit kohlen-saurem Kali ge-schmolzen; die geschmolzene Masse löste sich bis auf sehr geringe Spuren von Unterniobsäure in Schwefelsäure auf; die schwefelsaure Lösung wurde der früher erhaltenen hin-zugefügt.

Die alkalische Lösung der Unterniobsäure wurde mit Schwefelsäure übersättigt und gekocht, die gefällte Unter-niobsäure darauf in noch feuchtem Zustande mit einer et-was concentrirten Lösung von Natronhydrat, die etwas Schwefelnatrium enthielt, behandelt. Es löste sich dadurch Wolframsäure und Zinnsäure und auch eine sehr kleine

Menge von unterniobsaurem Natron auf, welche auf die Weise, wie es beim Columbit erwähnt ist, von einander getrennt wurden.

Die schwefelsaure Lösung enthielt die ganze Menge der Basen. Sie wurde mit Schwefelwasserstoffwasser vermischt, wobei geringe Mengen von Schwefelkupfer gefällt wurden, das etwas unrein war. Die getrennte Flüssigkeit wurde mit Ammoniak etwas übersättigt, gelinde erhitzt, und Schwefelammonium hinzugefügt. Es fielen alle Basen, mit Ausnahme von Kalkerde und von Magnesia, die nach bekannten Methoden getrennt wurden.

Der Niederschlag wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, zu welcher etwas Salpetersäure hinzugefügt worden war. Der ausgeschiedene Schwefel enthielt eine geringe Menge von Zirkonsäure; die filtrirte Lösung wurde mit Ammoniak neutralisirt, mit Schwefelammonium und mit kohlsaurem Ammoniak (um das Uranoxyd aufgelöst zu erhalten) versetzt, auch wurde noch eine geringe Menge von oxalsaurem Ammoniak hinzugesetzt, um die ganze Menge der Yttererde und des Ceroyduls ungelöst zu erhalten. Die vom Niederschlag getrennte Flüssigkeit enthielt nur Uranoxyd (oder vielmehr Uranoxydul) und etwas Zirkonsäure. Die Trennung beider ist mit Schwierigkeiten verbunden, sie wurde auf die Weise annähernd bewirkt, daß die möglichst neutrale schwefelsaure Lösung gekocht wurde, wodurch sich Zirkonsäure ausschied.

Der durch Ammoniak und Schwefelammonium bewirkte Niederschlag wurde in Königswasser gelöst, (der abgeschiedene Schwefel war wiederum nicht ganz rein, und enthielt eine Spur von Oxyden), die stark saure Lösung mit etwas Ammoniak versetzt und durch oxalsaures Ammoniak gefällt. In der vom Niederschlag getrennten Flüssigkeit war nur Eisenoxyd und Manganoxydul enthalten, die nach bekannten Methoden getrennt und bestimmt wurden.

Mit dem durch oxalsaures Ammoniak entstandenen Niederschlag wurde die höchst geringe Menge der Oxyde vereinigt, die im gefällten Schwefel enthalten waren. Er wurde

durch concentrirte Schwefelsäure gelöst, der Ueberschuss derselben abgeraucht und der Rückstand in Wasser gelöst. Diese Lösung zeigte im concentrirten Zustande die Eigenschaft, beim Erhitzen bis zum Siedepunkt des Wassers ein krystallinisches Salz abzuscheiden, das sich beim Erkalten wieder löste, eine Eigenschaft, durch welche sich die Thorerde auszeichnet. Aber die Trennung derselben, namentlich von den Oxyden des Cers, war außerordentlich schwierig. Schon Wöhler vor längerer Zeit, und in neuerer Zeit Chydenius, dem wir eine ausführliche Arbeit über die Verbindungen der Thorerde verdanken ¹⁾, konnten keine sicheren Methoden der Trennung der Oxyde des Cers von der Thorerde angeben. Hr. Finkener suchte nach zwei Methoden diese Scheidung zu bewirken. Die eine wurde darauf gegründet, dafs von allen Oxyden, welche durch Oxalsäure als unlösliche Verbindungen gefällt werden, die oxalsäure Thorerde am schwer löslichsten in Chlorwasserstoffsäure ist. Dieselbe kann mehr als 12 Proc. wasserfreie Säure enthalten, ohne auflösend auf oxalsäure Thorerde zu wirken, während die Verbindungen der Yttererde und der Oxyde des Cers sich in einer Chlorwasserstoffsäure lösen, die weit verdünnter ist. Die oxalsäure Thorerde ist ferner leicht auflöslich in einer Lösung von essigsaurem Ammoniak, die freie Essigsäure enthält, in welcher hingegen die anderen oxalsäuren Oxyde nicht löslich sind, und darauf kann man eine zweite Methode der Trennung der Thorerde gründen. Hr. Finkener hat sich bei der Analyse des Samarskits dieser zweiten Methode bedient. Zu der schwefelsäuren Lösung der Oxyde, welche als oxalsäure Salze gefällt worden waren, wurden Lösungen von essigsaurem und von oxalsäurem Ammoniak mit etwas freier Essigsäure hinzugefügt, das Ganze erwärmt, und filtrirt. Wurde darauf das Ungelöste mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, so blieb nur eine geringe Menge von oxalsaurer Thorerde ungelöst.

In der filtrirten Flüssigkeit wurden Yttererde und die

1) *Kemisk undersökning af thorjord och thorsalter. Helsingfors 1861.*

Oxyde des Cers durch Ammoniak gefällt, und nach bekannten Methoden getrennt. Die Lösung der oxalsauren Thorerde in essigsaurem Ammoniak wurde mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, wodurch oxalsaure Thorerde gefällt wurde, während etwas Zirconsäure gelöst blieb.

Die Untersuchung war eine sehr mühsame. Mehrere der angewandten Trennungen erwiesen sich bei der Analyse als mangelhaft, und nur mit grossen Schwierigkeiten konnten die dadurch entstandenen Fehler verbessert werden. Als besonders unvollkommen erwies sich die vollständige Trennung der Zirconsäure von der Thorerde und von den Oxyden des Cers, so wie die der letzteren von der Thorerde.

Dies bewog mich, die mühsame Untersuchung des Minerals noch einmal wiederholen zu lassen, und ich veranlasste Hr. Stephans bei dieser Wiederholung einen etwas modificirten Gang einzuschlagen, um möglichst die Fehler zu vermeiden, die bei der beschriebenen Analyse erkannt worden waren.

Bei dieser Wiederholung wurden die durch Schwefelammonium gefällten Oxyde in Chlorwasserstoffsäure mit einem Zusatz von Salpetersäure gelöst, und aus der Lösung, die viel Chlorwasserstoffsäure enthielt, durch Oxalsäure die Thorerde allein als oxalsaures Salz gefällt, während die Yttererde und das Ceroxydul noch aufgelöst blieben. Aus der filtrirten Lösung wurde die freie Säure durch Abdampfen im Wasserbade fast ganz verjagt, und sodann durch oxalsaures Ammoniak das Ceroxydul und die Yttererde (die nicht von einander getrennt wurden) gefällt. Die filtrirte Lösung wurde mit sehr vielem kohlensauren Ammoniak übersättigt und Schwefelammonium hinzugefügt, wodurch Schwefeleisen und Schwefelmangan gefällt wurden, und Uranoxyd und Zirconsäure gelöst blieben. Die Lösung wurde zur Verjagung des kohlensauren Ammoniaks eingedampft, darauf Schwefelsäure hinzugefügt, der Ueberschuss derselben abgedampft, der Rückstand in wenig Wasser gelöst,

darauf viel Wasser hinzugefügt und gekocht. Die gefällte Zirkonsäure enthielt Spuren von Uranoxyd, und in der filtrirten Flüssigkeit waren Spuren von Zirkonsäure. Sie wurde mit Ammoniak neutralisirt und wiederum gekocht, wodurch kleine Mengen von Zirkonsäure sich niederschlugen, die aber nicht frei von Uranoxyd waren. Aus den verschiedenen Mengen der gefällten Zirkonsäure suchte man das Uranoxyd durch Essigsäure auszuziehen. Diese Operationen wurden mehrmals wiederholt, um die möglichst erreichbare Trennung der Zirkonsäure von dem Uranoxyd zu bewirken.

	Analyse von Finkener	Sauer- stoff	Analyse von Stephans
Wasser	0,45		0,40
Unterniobsäure	47,47	9,20	50,17
Wolframsäure	1,36	0,28	
Uranoxyd	11,60	1,93	11,08
Zirkonsäure	4,35	1,15	4,25
Zinnsäure	0,05	0,01	0,63
Thorerde	6,05	0,72	5,55
Yttererde	12,61	2,36	15,90
Ceroxydul	3,31	0,49	
Eisenoxydul	11,08	2,46	10,55
Manganoxydul	0,96	0,22	1,61
Kupferoxyd	0,25	0,05	
Magnesia	0,14	0,06	0,04
Kalkerde	0,73	0,21	0,64
	100,41		100,82

Die Menge des Uranoxyds und der Zirkonsäure, die beide in den zwei Analysen in sehr kleinen Mengen durch viele Operationen mühsam erhalten werden mußten, die gemeinschaftlichen Mengen des Ceroxyduls und der Yttererde, und die der Thorerde stimmen mehr mit einander überein, als man bei der Unvollkommenheit mancher der angewandten Trennungen vermuthen sollte.

Durch die Entdeckung der Thorerde und der Zirkonsäure im Samarskit muß die rationelle Formel des Samars-

kits verändert werden. Nach den Analysen von Chandler konnte man annehmen, daß sie der des Columbits gleiche, in welchem die Unterniobsäure dreimal so viel Sauerstoff wie die Basen enthält, wenn man annimmt, daß das Uranoxyd, das eine gleiche atomistische Zusammensetzung mit der Unterniobsäure hat, letztere vertreten kann. Diese Zusammensetzung mußte um so wahrscheinlicher erscheinen, als der Samarskit dieselbe Form wie der Columbit zu haben und mithin isomorph mit ihm zu seyn scheint. Die Zirkonsäure hat indessen eine andere atomistische Zusammensetzung, als die Unterniobsäure und das Uranoxyd; nach den neuen Untersuchungen kann man wohl mit ziemlicher Gewißheit annehmen, daß sie aus einem Atom Metall mit zwei Atomen Sauerstoff bestehe. Was die Zusammensetzung der Thorerde betrifft, so kann man darüber noch zweifelhaft seyn. Berzelius nahm aber in ihr nur ein Atom Sauerstoff an. Sie hat indessen nicht die Eigenschaften einer starken Base, und da Nordenskjöld und Chydenius gefunden haben, daß sie im krystallinischen Zustand mit der Titansäure und der Zirkonsäure isomorph ist, so könnte man sie von gleicher atomistischer Zusammensetzung mit diesen Säuren annehmen, eine Annahme, die durch die nicht zu verkennende Aehnlichkeit der Thorerde mit der Zirkonsäure hinsichtlich ihrer Eigenschaften gerechtfertigt erscheint ¹⁾).

Nach dieser Annahme enthält der Samarskit als elektronegative Bestandtheile Säuren von zwei verschiedenen Gruppen. Es ist dann schwer, eine rationelle Formel für die Zusammensetzung des Minerals aufzustellen. Jedenfalls ist der Sauerstoff der Basen nicht ein drittel von dem Sauerstoff der Säuren, die zur Gruppe der Unterniobsäure gehören: man mußte annehmen, daß das Eisen nicht als Oxydul,

1) Andererseits indessen hat die Thorerde stärkere basische Eigenschaften, als alle Oxyde, in denen zwei Atome Sauerstoff mit einem des Metalls vereinigt sind, und wenn diese atomistische Zusammensetzung der Thorerde sich bestätigen sollte, so ist sie unstreitig dasjenige Oxyd, das von allen gleich zusammengesetzten die schwächsten Eigenschaften als Säure zeigt.

sondern theilweise oder ganz als Oxyd im Mineral enthalten sey. In der That erleidet der fein gepulverte Samarskit durch Glühen an der Luft nur eine sehr unbedeutende Gewichtszunahme. Wenn aber das Eisen als Oxyd im Samarskit enthalten ist, so hätte die Analyse, in welcher es als Oxydul berechnet wurde, keinen kleinen Ueberschuss, sondern einen Verlust geben müssen.

Zu den seltenen Stoffen, die man schon früher im Samarskit gefunden hatte, sind also durch diese Analysen noch Zirconsäure und Thorerde hinzugekommen. Letztere ist bis jetzt nur von Berzelius im Thorit, von Kersten im Monazit und von Wöhler im Pyrochlor gefunden worden.

III. Fergusonit.

Dieses seltene Mineral erhielt ich in einer zur Untersuchung hinreichenden Menge durch die Güte des Hrn. Krantz. Die Stücke sind von fast dunkelschwarzer Farbe, an den Kanten aber mit röthlicher Farbe durchscheinend. Das Pulver ist von hellbrauner Farbe. Das spec. Gewicht in Stücken ist 5,612.

Der Fergusonit, der zuerst von Haidinger beschrieben wurde ¹⁾, ist später von Härtwall analysirt worden ²⁾. Obgleich diese Analyse vom Jahre 1828 herrührt, so stimmt sie doch in den Resultaten im Wesentlichen gut mit der hier mitzutheilenden überein, die von Hrn. Weber (aber auch schon vor vielen Jahren) ausgeführt worden ist. Der Fergusonit scheint, wie die Mineralien aus Grönland überhaupt, noch im unzersetzten Zustande vorzukommen, obgleich Haidinger ein anderes spec. Gewicht desselben angiebt, als Weber. Nach ersterem ist dasselbe 5,238; nach letzterem 5,612.

Hr. Weber schmelzte das Pulver mit der zehnfachen Menge von saurem schwefelsaurem Kali. Die geschmolzene Masse wurde mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur behandelt. Da im Rückstand noch etwas unzersetztes Mi-

1) Pogg. Ann. Bd. 5, S. 166.

2) Pogg. Ann. Bd. 16, S. 479.

neral bemerkt werden konnte, so wurde derselbe noch einmal mit der zehnfachen Menge von saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen. Die abgesonderten Flüssigkeiten wurden bis zum Kochen erhitzt, und durch Abdampfen concentrirt. Es schied sich hierbei keine Titansäure aus. Durch Schwefelwasserstoff entstand ein geringer Niederschlag von hellbräunlicher Farbe, der aus Schwefelzinn bestand.

Nachdem die Unterniobsäure, welche beim Behandeln der geschmolzenen Masse mit Wasser zurtückgeblieben war, mit Schwefel und kohlensaurem Natron geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser aufgeweicht, und der ungelöste Rückstand mit schwefelammoniumhaltigem Wasser ausgewaschen worden, konnte aus der Lösung durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure etwas Unterniobsäure ohne Einmischung von Schwefelzinn erhalten werden.

Die mit Schwefelnatrium behandelte Unterniobsäure wurde mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure digerirt, und darauf noch einmal mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen, um das Natron aus ihr zu entfernen.

Die sauren Flüssigkeiten wurden vereinigt, mit Ammoniak gesättigt und durch Schwefelammonium gefällt. Der Niederschlag von schmutzig grauer Farbe enthielt außer Schwefeleisen die Oxyde des Cers und Uranoxyd, so wie Zirkonsäure und Yttererde. Die vom Niederschlag getrennte Flüssigkeit gab weder mit Oxalsäure noch mit phosphorsaurem Natron eine Fällung, auch nicht nach langem Stehen.

Die Lösung des Niederschlags in Chlorwasserstoffsäure wurde im Wasserbade beinahe bis zur Trockniss abgedampft. Beim Wiederauflösen in Wasser blieb ein geringer Rückstand, der ausgewaschen werden konnte und sich als Zirkonsäure erwies. Nach dem Glühen mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, entwickelte er dabei kein Chlor, und es löste sich nichts darin auf.

Die chlorwasserstoffsäure Lösung des Niederschlags bei gewöhnlicher Temperatur mit einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Kali versetzt, liefs einen krystallinischen

Niederschlag fallen, der nach längerem Stehen abfiltrirt und mit einer Lösung von schwefelsaurem Kali ausgewaschen wurde. Der Niederschlag bestand aus dem bekannten Doppelsalze von schwefelsaurem Ceroxydul mit schwefelsaurem Kali. Die Lösung desselben wurde mit Kalihydrat gefällt. Das geglühte Ceroxyd-Oxydul löste sich in Chlorwasserstoffsäure unter Entwicklung von Chlor, enthielt keine Zirconsäure, wohl aber wahrscheinlich Lanthan- und Didymoxyd.

Die vom schwefelsaurem Ceroxydul-Kali abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Krystallen von schwefelsaurem Kali versetzt und erhitzt. Es entstand dadurch ein dichter rothbrauner Niederschlag, der mit einer concentrirten Lösung von schwefelsaurem Kali ausgewaschen wurde. Die Lösung desselben in Chlorwasserstoffsäure gab mit Ammoniak ebenfalls eine rothbraune Fällung: wurde Weinsteinssäure hinzugefügt, so wurde durch Ammoniak eine anfangs klare Flüssigkeit erhalten, die aber durch längeres Stehen einen nicht bedeutenden Niederschlag absetzte, der geglüht aus reiner Yttererde bestand. In der davon getrennten Flüssigkeit brachte Schwefelammonium eine geringe Fällung von Schwefeleisen hervor; bis zur Trockniss abgedampft, hinterließ sie nach dem Glühen und der völligen Zerstörung der Weinsteinssäure Zirconsäure, die durch Chlorwasserstoffsäure sich nicht löste, wohl aber durch Digestion mit concentrirter Schwefelsäure.

Die von dem durch schwefelsaures Kali entstandenen Niederschläge getrennte Lösung wurde nach gehöriger Verdünnung mit Ammoniak versetzt, wodurch ein schwach grau gefärbter Niederschlag sich ausschied. Die Lösung in Chlorwasserstoffsäure wurde mit Weinsteinssäure versetzt, und mit Ammoniak übersättigt. Nach längerer Zeit wurde dadurch eine bedeutende Menge von weinsteinsaurer Yttererde ausgeschieden, die nach dem Glühen reine Yttererde hinterließ, die sich mit Leichtigkeit in Chlorwasserstoffsäure löste. In der filtrirten Flüssigkeit erzeugte Schwefelammonium eine geringe Fällung von Schwefeleisen; nach dem Filtriren wurde sie bis zur Trockniss abgedampft, und der

trockne kohlige Rückstand beim Zutritt der Luft geglüht. Das erhaltene grün gefärbte Pulver wurde durch Digestion in concentrirter Schwefelsäure aufgelöst, die Lösung in Wasser wiederum mit Weinsteinsäure versetzt und mit Ammoniak übersättigt. Es zeigte sich auch nach längerer Zeit dadurch keine Trübung; durch Schwefelammonium entstand dann nach langem (48stündigem) Stehen ein schwarzbrauner Niederschlag. Nach der Lösung desselben in Chlorwasserstoffsäure wurde durch Ammoniak Uranoxyd gefällt, das durch Glühen in Uranoxyd-Oxydul sich verwandelte. — Die von dem durch Schwefelammonium entstandenen Niederschläge getrennte Flüssigkeit wurde abgedampft, der Rückstand lieferte nach Zerstörung der Weinsteinsäure durch Glühen Zirconsäure.

Das bei der Untersuchung erhaltene Schwefeleisen lieferte, nachdem die Lösung desselben in Chlorwasserstoffsäure mit Weinsteinsäure versetzt worden war, durch Ammoniak nach längerem Stehen noch etwas Yttererde; Zirconsäure indessen war in der getrennten Flüssigkeit nicht mehr zu entdecken.

Die Analyse war mit sehr großer Genauigkeit ausgeführt worden, und das Resultat giebt uns wohl ein ziemlich richtiges Bild von der Zusammensetzung des Minerals. Gegen den Gang der Untersuchung indessen läßt sich vielleicht nach den in neuerer Zeit gesammelten Erfahrungen manches einwenden. Namentlich ist die Trennung der Yttererde von der Zirconsäure vielleicht nicht nur besser, sondern auch leichter durch Oxalsäure, als durch Weinsteinsäure auszuführen. — Auf einen Alkaligehalt wurde das Mineral nicht untersucht.

Das Resultat der Untersuchung war:

		Sauerstoff	
Unterniobsäure	48,84	9,63	} 9,69
Uranoxyd	0,35	0,06	
Zirconsäure	6,93	1,82	} 1,89
Zinnsäure	0,35	0,07	
Eisenoxydul	1,33	0,29	} 8,42
Ceroxydul	3,05	0,44	
Yttererde	38,61	7,69	
	<u>99,46.</u>		

Bei dem nicht ganz unbedeutendem Gehalte des Minerals an Zirconsäure, die nach den jetzigen Ansichten eine andere atomistische Zusammensetzung als die Unterniobsäure hat, kann man füglich nicht annehmen, daß die Basen mit der Zirconsäure in demselben Verhältniß verbunden sind, wie mit der Unterniobsäure.

Jedenfalls sind die Basen im Fergusonit mit der Unterniobsäure nicht, wie im Columbit, zu einem neutralen Salze verbunden, sondern sie bilden ein basisches Salz, und der Sauerstoffgehalt derselben beträgt $\frac{2}{3}$ von dem der Unterniobsäure. Mit der Zirconsäure hingegen haben sich die Basen in dem Verhältniß verbunden, daß der Sauerstoff derselben dem der Säure gleich ist, daß sie also auch ein basisches Salz bilden. Das Mineral besteht also aus den Verbindungen $2RO + Nb^2O^3$ und $2RO + ZrO^2$. Die unterniobsaure Verbindung ist aber mit der zirconsauren in keinem einfachen Verhältniß vereinigt. Gegen zehn Atome des unterniobsauren Salzes sind drei des zirconsauren im Minerale enthalten.

Die ausgeschiedene Unterniobsäure verhielt sich wie die aus den Columbiten abgeschiedene. Sie zeigte das spec. Gewicht 4,893.

Die oben angeführte Analyse von Hartwall gab folgendes Resultat:

Tantalsäure (Unterniobsäure)	47,75
Uranoxyd	0,95
Zirconsäure	3,02
Zinnsäure	1,00
Eisenoxyd	0,34
Ceroxydul	4,68
Yttererde	41,91
	<hr/> 99,65.

Hartwall schmelzte das Mineral mit saurem schwefelsaurem Kali. Nach der früher allgemein angewandten Methode wurde der mit Wasser ausgelaugte Rückstand mit Schwefelammonium digerirt, und nach dem Abfiltriren der Flüssigkeit mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure behandelt. Durch die Behandlung mit der concentrirten Säure lösten sich nicht weniger als 3,4 Proc. Unterniobsäure auf, die durch Abdampfen des Waschwassers erhalten wurden, während nur 44,36 Proc. ungelöst zurückblieben. Das Zinnoxyd wurde durch Abdampfen der Lösung in Schwefelammonium erhalten. — Die von der Unterniobsäure getrennte saure Flüssigkeit wurde mit Ammoniak gefällt; in der vom Niederschlage getrennten Flüssigkeit konnte weder Kalkerde noch Magnesia gefunden werden. Der Niederschlag löste sich unter Chlorentwicklung in Chlorwasserstoffsäure auf; aus der Lösung wurde das Cer durch Krystalle von schwefelsaurem Kali gefällt. Die davon abgesetzte Flüssigkeit wurde durch Kalihydrat niedergeschlagen; der geglühte Niederschlag mit Chlorwasserstoffsäure behandelt hinterließ etwas Zirconsäure ungelöst, aus der Lösung wurde, nachdem sie verdünnt und durch Ammoniak neutralisirt war, durch eine Lösung von schwefelsaurem Kali noch mehr Zirconsäure gefällt. Die filtrirte Flüssigkeit wurde darauf mit Weinsteinsäure versetzt, mit Ammoniak übersättigt und mit Schwefelammonium versetzt. Die geringe Menge des gefällten Schwefeleisens wurde wahrscheinlich sogleich filtrirt, und die abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockniss abgedampft und geglüht. Der geglühte Rückstand bestand aus Yttererde und Uranoxyd; die in Chlor-

wasserstoffsäure gelöst, durch Ammoniak gefällt und durch kohlsaures Ammoniak getrennt wurden.

Die Chlorwasserstoffsäure, mit welcher die Lösung der durch Schwefelammonium behandelten Unterniobsäure digerirt worden war, enthielt Zirconsäure und etwas Eisenoxyd. Die Lösung wurde mit Ammoniak gesättigt, die Zirconsäure durch schwefelsaures Kali, und das Eisenoxyd nach Neutralisation mit Ammoniak durch bernsteinsaurem Ammoniak gefällt.

Der Fergusonit ist bisher nur in Grönland gefunden worden. Vor einiger Zeit indessen machte A. E. Nordenskjöld bekannt ¹⁾, daß ein dem Grönländischen Fergusonit gleiches Mineral auch zu Ytterby in Schweden neben den Yttrotantaliten (welche Tantalsäure und nicht Unterniobsäure enthalten) vorkommt. Es ist dies der von Berzelius beschriebene und analysirte dunkle Yttrotantalit, der nach Nordenskjöld wie der Fergusonit von Grönland tetragonal krystallisirt, während der gelbe und der schwarze Yttrotantalit in rhombischen Krystallen sich findet. Nach einer Analyse von Nordenskjöld besteht der Fergusonit von Ytterby aus:

Unterniobsäure	46,33
Zinnhaltige Wolframsäure	2,85
Yttererde	39,80
Kalkerde	3,15
Uranoxydul	1,12
Eisenoxydul	0,70
Wasser	6,44
	<hr/> 100,39.

Nordenskjöld führt noch eine Analyse von Berzelius an, die mit der so eben mitgetheilten übereinstimmt, nur daß er das für Tantalsäure gehalten hat, was wir jetzt Unterniobsäure benennen. An dem angeführten Orte ist dieselbe indessen nicht zu finden.

Der Fergusonit von Ytterby unterscheidet sich von dem aus Grönland wesentlich dadurch, daß er keine Zircon-

1) Uebersicht der Verhandlungen der schwedischen Akademie 1860, S. 27.

Tyrit enthaltenen Zirconsäure nur unbedeutend ist, so ist vielleicht die nicht ganz richtige Bestimmung derselben von keinem wesentlichen Einfluß auf das Resultat der Analyse.

Nach Potyka verhält sich der Sauerstoff der Basen zusammengenommen zu dem der Unterniobsäure, wenn man den der kleinen Mengen der anderen Säuren hinzurechnet, wie 9,48:9,09. Das Verhältniß ändert sich etwas, und es wird wie 9,01:9,82, wenn man im Minerale statt Uranoxydul Uranoxyd annimmt, und dieses als eine Säure betrachtet, welche die Unterniobsäure ersetzen kann; eine Annahme, welche durch die Zusammensetzung des Samarskits gerechtfertigt wird. Der Tyrit ist also ein basisches unterniobsaures Salz.

Wenn aber das Mineral als ein basisches unterniobsaures Salz betrachtet werden kann, so ist es doch kein einfaches, sondern ein Doppelsalz; denn Kali und Yttererde können sich nicht in Verbindungen ersetzen. Der Tyrit besteht daher wesentlich aus basischer unterniobsaurer Yttererde und basischem unterniobsaurem Kali.

Der Tyrit enthält indessen noch eine nicht ganz unbedeutende Menge Wasser. Hr. Potyka erhielt es durch Destillation; es enthielt etwas Schwefelwasserstoff und war durch etwas suspendirten Schwefel milchicht. Es rührt dies unstreitig von einer Spur von sehr fein eingesprengtem Schwefelkies her.

Das Mineral ist ungeachtet des Wassergehalts noch nicht wesentlich zersetzt. Es scheint, daß mehrere Verbindungen durch die Länge der Zeit Wasser aufnehmen können, welches sie, wenn sie selbst bis zu 100° erhitzt werden, nicht verlieren, und das erst bei höheren Temperaturen aus ihnen entweicht. Es ist dies namentlich bei einigen Silicaten der Fall, wie z. B. bei dem Nephelin im Nephelinfels bei Löbau. In der Natur vorkommende unterniobsaure und tantalsaure Verbindungen verhalten sich ähnlich. Der Yttrotantalit enthält nicht unbedeutende aber wechselnde Mengen von Wasser, 2,7 bis 6 und mehr Proc.; der Samarskit hingegen

weit geringere Mengen, gewöhnlich zwischen 0,3 bis 0,5 Proc. Dieses Wasser gehört gewifs nicht dem ursprünglichen Minerale an.

II. Ueber das Urtheil des Hrn. Wiedemann in Bezug auf die Gesetze für die Abhängigkeit der magnetischen Intensität von den Dimensionen der Elektromagnete; von Julius Dub.

Auf meine Erwiderung gegen die Bedenken, welche Hr. Wiedemann in seinem Werke über Galvanismus und Elektromagnetismus in Bezug auf die von mir aufgestellten Gesetze erhoben hatte, ist jetzt in diesen Annalen ¹⁾ ein Ultimatum erschienen, in welchem dieser Physiker den früher nur kurz berührten Gegenstand im Zusammenhange und, wie er sagt, ausführlicher und genauer behandelt.

Da ich Hr. W. in sofern nicht beistimmen kann, als er meint, die Sache wäre durch die von ihm gegebenen Entwicklungen in höherem Grade aufgeklärt worden, so sehe ich mich im Interesse der Wissenschaft veranlaßt, noch einmal darauf einzugehen.

Meine Experimentaluntersuchungen haben mich zu folgenden zwei Sätzen geführt:

I. »Der erregte Magnetismus der einzelnen Querschnitte verschieden langer Eisencylinder, die auf ihrer ganzen Länge mit derselben Anzahl von Spiralwindungen bedeckt und von demselben Strome durchflossen sind, wächst vom Ende bis zur Mitte der Quadratwurzel aus der Entfernung der Querschnitte vom nächsten Ende des Magnets proportional.«

II. »Der freie Magnetismus der Querschnitte verschieden langer Eisencylinder, welche durch Spiralen von gleicher

1) Pogg. Ann. Bd. 117, S. 218.

Windungszahl und gleichem Strom auf ihrer ganzen Länge magnetisirt werden, ist der Differenz zwischen der Quadratwurzel aus der Entfernung der Querschnitte vom nächsten Ende und der Quadratwurzel aus der halben Länge proportional.

Mit diesen Sätzen steht ein dritter im Zusammenhange:

III. „Der freie Magnetismus cylindrischer Stäbe von gleicher Länge ist der Quadratwurzel ihrer Durchmesser proportional, wenn die magnetisirende Spirale sie eng umschliesst.

I. Die Vertheilung des erregten Magnetismus auf der Länge eines Magneten.

Lenz und Jacobi haben den in jedem Querschnitte eines Stabes erregten Magnetismus dadurch gemessen, dass sie eine Inductionsspirale von einem Zoll Länge von Zoll zu Zoll auf dem Magnete von der Mitte bis zum Ende fortrücken und den Inductionsstrom beobachten, welcher entsteht, wenn der Magnetismus in dem Stabe durch Unterbrechung des galvanischen Stromes in der Magnetisirungsspirale aufgehoben wird. Die dadurch erhaltenen Werthe haben sie graphisch verzeichnet und sagen dann, dass die bloße Anschauung der entstehenden Curve eine große Aehnlichkeit mit einer Parabel erkennen lässt ¹⁾. Sie haben aus diesem Grunde ihre Beobachtungen nach dieser Curve berechnet und dabei angenommen, diese Parabel habe, wenn die Längsaxe des Stabes die Abscissenaxe bildet, ihren Scheitel über der Mitte derselben. Die für diesen Fall berechneten Werthe zeigen sich bei allen Stäben in einem solchen Verhältniss zu den beobachteten, dass sie Anfangs, d. h. in der Mitte der Stäbe zu groß sind, dann zu klein werden und am Ende wieder viel zu groß ausfallen.

Nun habe ich später untersucht, mit welcher Kraft die einzelnen Theile eines Stabes, der auf seiner ganzen Länge mit der galvanischen Spirale bedeckt ist, sich anziehen, wenn man diesen Stab an verschiedenen Stellen senkrecht auf

1) Pogg. Ann. Bd. 61, S. 277.

seine Längsaxe durchschneidet. Ich fand so, *dafs die Anziehung dem kürzeren Theile des Stabes proportional ist* ¹⁾; d. h. dafs die Anziehung vom Ende des Stabes bis zur Mitte in einer geraden Linie wächst.

Da nun beim Aneinanderlegen zweier Elektromagnete nicht der freie Magnetismus, welcher bei der Trennung beider an den Endflächen derselben vorhanden ist, das Maafsgibende sein kann, weil ja dieser beim Aneinanderlegen der Stäbe verschwindet, so dafs, wenn beide Stäbe gleich lang sind, an ihrer Berührungsstelle gar kein freier Magnetismus vorhanden ist; so mufs der in jedem Querschnitte vorhandene *erregte* Magnetismus, von dem ja auch der *freie* abhängt, die Anziehung der Theile bedingen. Hierüber Versuche anzustellen war nicht nothwendig, da dieselben in umfassenden Maafse bereits von Lenz und Jacobi vorhanden waren.

Sollte nun die Anziehung durch den in jedem Querschnitte vorhandenen erregten Magnetismus bedingt werden, so mufste sie dem Quadrate dieses Magnetismus, oder umgekehrt, der in jedem Querschnitte auf der ganzen Länge des Stabes erregte Magnetismus mufste der Quadratwurzel der beobachteten Anziehungskräfte proportional seyn; d. h. »der erregte Magnetismus mufs den Quadratwurzeln der Entfernung eines jeden Querschnitts vom nächsten Ende des Magnets proportional wachsen.«

Nachdem mich diese doch gewifs ganz einfache Schlussfolgerung so weit geführt hatte, verglich ich die Versuchsergebnisse von Lenz und Jacobi genauer mit der von ihnen angestellten Rechnung nach der vermutheten Parabel. Es zeigt sich hier bei allen Reihen dieselbe Abweichung zwischen den beobachteten und berechneten Werthen. Bei allen Stäben weicht die Curve, welche die Beobachtungen angiebt, von der von Lenz und Jacobi angenommenen Parabel in der Weise ab, dafs jene diese von der Mitte bis zum Ende regelmäfsig in zwei Punkten durchschneidet und besonders am Ende viel schneller abfällt. Dasselbe findet auch nach der von mir aus den Versuchen erschlos-

1) Dub, Elektromagnetismus S. 285.

senen Parabel statt, welche ihren Scheitel in der Abscissen-axe hat.

Diese Betrachtung kam zu den aus meinen Beobachtungen gezogenen Schlüssen hinzu, um mich in meiner Ansicht zu befestigen, und ich unternahm es daher, die Rechnung in meinem Sinne mit den Versuchen von Lenz und Jacobi anzustellen. Ich dividirte einfach die Versuchsergebnisse dieser Physiker mit der Quadratwurzel aus der Entfernung des jedesmal gemessenen Querschnitts vom nächsten Ende des Magnets, d. h. mit $\sqrt{l-x}$, wenn l die halbe Länge, und x die Entfernung des Querschnitts von der Mitte des Magnets bedeutet.

Die auf diesem Wege erhaltenen Quotienten zeigen nun aber eine regelmäßige Zunahme von der Mitte des Magneten aus, um dann gegen das Ende hin wieder abzunehmen. Diese Abweichung zwischen der aus anderen Versuchen erschlossenen Curve und den beobachteten Werthen muß unzweifelhaft ihren Grund darin haben, daß die Curve nicht die geeignete ist, wenn die Beobachtungen ganz zuverlässig die Werthe darstellen, welche gesucht werden. Läßt sich aber zeigen, daß die von Lenz und Jacobi beobachteten Werthe nothwendigerweise Fehler einschließen, nach deren Entfernung eine Curve entstehen muß, welche der von mir vorausgesetzten Curve näher kommt, so spricht dieß für diese Curve, obgleich damit noch durchaus nicht bewiesen ist, daß dieselbe der absolut richtige Ausdruck für das fragliche Gesetz ist. Dieß zu behaupten ist mir nie eingefallen, ich habe immer nur gesagt, und das bleibt noch immer wahr, daß die von mir angegebene Curve sich mit Berücksichtigung der vorhandenen, nothwendigen Versuchsfehler am besten dem herrschenden Gesetz anschließt.

Ich habe nun die erwähnte Zunahme der Quotienten von der Mitte des Magnets an aus dem Einflusse des inducirenden Magnetismus erklärt, den derselbe auf die Inductionsspirale von den Theilen des Magnets her ausübt, welche nicht unmittelbar unter der Spirale liegen, und habe

diesen Einfluss in meiner ersten Erwiderung gegen Hrn. Wiedemann's Ausstellungen bereits ausführlich besprochen¹⁾. Es lässt sich zwar nicht genau feststellen, wie groß dieser Einfluss der Seitenwirkung auf die Spirale ist, allein jedenfalls ist er so bedeutend, dass die Größe der Zunahme der Quotienten dadurch bedingt werden kann. Durch diese Seitenwirkung wird nämlich bewirkt, dass in der auf der Länge des Magnetkernes entlang geführten einzölligen Inductionsspirale ein Strom erregt wird, welcher größer ist, als der dem mittleren Querschnitte derselben entsprechende, wenn keine Seitenwirkung stattfände. Es ist also dieser Strom einem Werthe des im Stabe erregten Magnetismus proportional, welcher in einem Querschnitte des Magnets vorhanden ist, der der Mitte desselben näher liegt, als der mittlere Querschnitt der messenden Inductionsspirale.

Ich habe nun aus dem Mittel der sich ergebenden Ueberschlüsse der Beobachtungswerthe im Vergleich zu den nach der von mir angegebenen Formel berechneten Werthen die Abweichungen berechnet, um welche der gemessene Werth der Mitte näher gerückt gedacht werden muss, damit die Beobachtung mit der Rechnung zusammenfalle. Diefs beträgt bei einem 4 Fufs langen Stabe im Mittel $\frac{1}{16}$ Zoll, bei einem $3\frac{1}{2}$ Fufs langen nur $\frac{1}{16}$ und bei einem 2 Fufs langen $\frac{1}{16}$ Zoll, ein Fehler, der nicht eben zu bedeutend genannt werden kann.

So stand die Sache, als Hr. W. dieselbe in seinem Buche besprach. Ich kann nach reiflicher Ueberlegung nicht finden, dass ich irgend welche unbegründete Annahmen oder falsche Schlüsse gemacht hätte.

Hr. W. hat nun gegen die Versuche, aus denen ich die hier kurz zusammengestellten Folgerungen gezogen habe, direct nichts eingewandt, aber — er will jene Folgerungen nicht zugeben. Er hat in seinem Buche meine Schlüsse hinsichtlich der durch die angewandte Inductionsspirale nothwendiger Weise entstehenden Fehler bekämpft

1) Pogg. Ann. Bd. 115, S. 229 u. f.

und behauptet, »die Intensitäten der Inductionsströme würden nach den *Polen* des Stabes hin *kleiner* (nicht größer), als es die Proportionalität mit dem Momente des in der Mitte der Inductionsspirale liegenden Querschnitts des Stabes erfordert«¹⁾).

In meiner Erwiderung habe ich nachgewiesen²⁾, daß diese Behauptung des Hrn. W. unbegründet sey, und die von mir aufgestellte in Kraft bleiben müsse. Hierzu sagt Hr. W. in seiner Erwiderung³⁾: »Meine Einwände dagegen habe ich in meinem Werke nur kurz andeuten können. Die dagegen aufgestellten Ausführungen des Hrn. Dub erledigen die Sache durchaus nicht, und so mag sie hier in der Kürze betrachtet werden.«

Darauf greift nun Hr. W. die Sache von einer neuen Seite an, von welcher her sie allerdings radikal entschieden werden würde, wenn die von ihm gemachten Schlüsse auf Prämissen gegründet wären, welche hier Anwendung finden könnten.

In der Abhandlung »über die mathematischen Gesetze der inducirten elektrischen Ströme« (1845) sagt nämlich Neumann S. 79: »Die Anwendung der Formeln des vorigen §. setzt die Kenntniß von k als Function der Stelle der Oberfläche des Magneten voraus. Diese Kenntniß ist in den meisten Fällen nur angenähert zu erlangen. Ich werde in dieser Hinsicht die beiden Voraussetzungen machen, welche in *vielen Fällen* als *angenähert* richtig betrachtet werden dürfen, daß der Magnet von cylindrischer oder prismatischer Form sey und die beiden magnetischen Flüssigkeiten gleichförmig über seine Grundflächen verbreitet seyen, während die Seitenflächen davon frei sind. Die Dimensionen der Grundflächen seyen im Verhältniß zu ihren Entfernungen von dem Leiter so klein, daß die Werthe der zu den einzelnen Elementen df derselben Grundfläche gehörigen K als gleich angesehen werden können.«

1) Elektrom. II, S. 335.

2) Pogg. Ann. Bd. 115, S. 228 u. f.

3) lb. Bd. 117, S. 223.

Die unter diesen Voraussetzungen sich ergebende Formel für den inducirenden Einfluß eines Magneten benutzt nun Hr. W. in der Weise, daß er dadurch die elektromotorische Kraft bestimmt, welche ein in einem *linearen* Stabe befindlicher Molecularmagnet beim Verschwinden seines Magnetismus in einer einzelnen Drahtwindung hervorruft, und dann unter der Annahme, daß die magnetischen Momente in dem Stabe nach der Formel von Lenz und Jacobi vom Ende nach der Mitte hin zunehmen, den inducirenden Einfluß berechnet, den der ganze Stab auf eine Drahtwindung ausübt¹⁾. Dadurch erhält er eine Formel, an welcher er zeigt, daß, wenn die von Lenz und Jacobi vorausgesetzte Parabel richtig wäre, die Quotienten aus den beobachteten durch die nach jener Parabel berechneten Werthe der Momente von der Mitte an gegen die Enden der Stäbe *kleiner* und *nicht größer* werden.

Da nun aber, so schließt Hr. W. weiter, die Curve der beobachteten Werthe die von Lenz und Jacobi angegebene Parabel schneidet, die Quotienten also von der Mitte bis zum Ende *nicht kleiner* werden, so kann die von Lenz und Jacobi angenommene Parabel nicht der richtige Ausdruck für die magnetische Vertheilung in einem Stabe seyn. Und da ferner ich nach meiner Formel ein Anwachsen der Quotienten beobachte, so kann diese ebenso wenig der wahre Ausdruck seyn.

Hr. W. zieht hier aus der von ihm ausgeführten Rechnung die Schlüsse, welche ihm als die günstigen erscheinen, allein er läßt vor Allem denjenigen aus, durch den er mit allen sonst aufgestellten Behauptungen in Conflict geräth. Nach Hrn. W.'s Ansicht giebt nämlich, wie wir das später noch umständlicher erkennen werden, die Formel Green's den wahren Ausdruck für die Vertheilung des Magnetismus in den Eisenkernen²⁾. Nun schneidet aber die von Green aufgestellte Kettenlinie die von Lenz und Jacobi, sowie die von van Rees beobachtete Curve ebenfalls, folglich kann nach dem hier gegebenen Beweise die Green'sche

1) Diese Ann. Bd. 117, S. 224.

2) Galvanismus und Elektromag. II, S. 393.

Curve ebenso wenig, wie die von mir aufgestellte, »für den rationellen Ausdruck der magnetischen Vertheilung gelten.«

Die Beachtung dieses Umstandes dürfte doch wohl Hr. W. anderer Meinung über die Stichhaltigkeit des hier gelieferten Beweises machen. Und in der That! welche Beweiskraft kann wohl die Anwendung einer Formel auf Magnete von erheblicher Dicke haben, welche für einen Magneten mit den vorn von Neumann angegebenen Eigenschaften aufgestellt ist! Jedermann wird zugeben, daß die auf jene Annahmen gegründeten Behauptungen für die reellen Fälle keine Geltung haben können, bis nicht nachgewiesen ist, daß die Neumann'sche Formel auch dann zu verwenden ist, wenn die magnetische Flüssigkeit in den Endflächen *nicht* gleichförmig verbreitet ist, wenn die Seitenflächen *nicht* davon frei sind, und die Grundflächen *nicht* so klein sind gegen die Entfernungen vom Leiter, daß die Werthe ihrer Elemente als gleich angesehen werden können.

Von allen diesen Bedingungen findet doch in den reellen Fällen keine einzige statt, besonders da Lenz und Jacobi wie van Rees noch speciell angeben, daß die Inductionsspirale den Magnet eng umschlossen hat.

Der Leser wird mir daher beistimmen, wenn ich aus diesen Gründen die Rechnung des Hrn. W. für nicht stichhaltig, und mithin das von mir aufgestellte empirische Gesetz durch diese Rechnung für nicht widerlegt erkläre, besonders da Hr. W. außer dem oben angedeutenden Falle mit der Formel Green's auch noch mit seinen Behauptungen in Bezug auf die Formel von Lenz und Jacobi in Widerspruch geräth. Während nämlich gemäß der eben angestellten Rechnung die Formel jener Physiker ebenso wenig, wie die meinige, richtig seyn kann, sagt Hr. W. in seinem Werke S. 339: »Es stimmen mithin die aus den ersten Beobachtungen nach der einen oder anderen Formel berechneten und die direct beobachteten Werthe gut mit einander überein.« Diese beobachteten Werthe sind nun aber diejenigen, von welchen Hr. W. hier durch mathe-

matische Entwicklung zu beweisen sucht, daß sie viel kleiner ausfallen müßten, als diejenigen, welche für dieselben Abscissen den magnetischen Momenten entsprechen.

Es ist hier am Orte gleichzeitig noch der Versuchsmethode von van Rees zu erwähnen, in Bezug auf welche ich, entgegen meinen früheren Andeutungen, den Bemerkungen des Hrn. W. zustimmen muß, daß nämlich der bei jedem Versuche durch Abziehen der Inductionsspirale von einem Stahlmagnete entstehende Inductionsstrom dem magnetischen Momente der unter und von beiden Seiten der Spirale wirkenden Theile des Magnets entspricht ¹⁾, so daß allerdings die Versuche von van Rees auf dasselbe hinauskommen, wie die von Lenz und Jacobi. Es sprechen also auch die Versuche ²⁾ für eine Curve, wie sie Lenz und Jacobi gefunden haben, so daß die dabei auftretenden Abweichungen von der Rechnung auf die Unanwendbarkeit der Formel fallen, von der van Rees selbst sagt, daß er keinesweges dieselbe für den wahren Ausdruck des Gesetzes der Vertheilung des Magnetismus in Stahl- und Elektromagneten halte (siehe hinten IV, 1). Diese Formel ist auch die von Green, in Bezug auf welche ich, wenn ich sagte van Rees habe sie ans Licht gezogen, durchaus nicht habe andeuten wollen, er habe sie den Green'schen Entwicklungen entnommen, sondern er habe sie zuerst auf empirische Untersuchungen angewandt. Es leuchtet dies besonders daraus ein, daß van Rees ja auf viel einfachere Weise zu dieser Formel gelangt. —

II. Die Vertheilung des freien Magnetismus auf der Länge eines Magneten.

Unter freiem Magnetismus versteht man den Einfluß eines Magneten auf einen außerhalb desselben liegenden Punkt. Dieser Einfluß setzt sich zusammen aus der Summe der Wirkungen des freien Magnetismus der einzelnen Moleküle. Die Intensität dieses freien Molecularmagnetismus

1) Pogg. Ann. Bd. 117, S. 221.

2) Pogg. Ann. Bd. 74, S. 217.

ist sowohl nach der Längs-, als nach der Querrichtung des Magnets sehr verschieden groß und es sind bereits von mehreren Physikern Versuche angestellt, diese Intensität nach den beiden Richtungen hin festzustellen. Coulomb hat die Frage nach der Vertheilung auf der Längsrichtung eines Magnetstabes dadurch zu lösen gesucht, daß er einem senkrecht gestellten Stabe eine $\frac{1}{2}$ " lange Magnetnadel auf 8" Entfernung gegenüber stellt und aus der Schwingungszahl derselben auf die Intensität des freien Magnetismus in den entsprechenden Querschnitten des Magnets schließt, denen die Magnetnadel gegenüber stand.

Da nun diese Methode, auf die wir später noch einmal zurückkommen werden, nur sehr ungenaue Resultate geben kann, weil auf die schwingende Nadel nicht allein der Querschnitt wirkt, in dessen Verlängerung sich die Nadel befindet; so habe ich den freien Magnetismus der einzelnen Querschnitte auf der Länge eines Magnethernes durch die Anziehung geprüft, welche ein kleiner Anker an den verschiedenen Stellen auf der Seitenfläche des Magnets erfährt, wenn der Anker vom Magnete durch eine Papierdicke getrennt ist.

Das Gesetz, welches ich durch diese Prüfung beobachtet habe, will Hr. Wiedemann aus zwei Gründen nicht gelten lassen.

1. Fürs Erste berechnet er, daß nach diesem Gesetze der in einem Stabe *erregte* Magnetismus sich nach dem Gesetze einer logarithmischen Linie und nicht, wie ich behauptet habe, dem einer Parabel auf der Länge des Stabes vertheilen müßte. Diese Rechnung stellt Hr. W. so an, daß er unter der Voraussetzung, der freie Magnetismus sey dem Differentialquotienten des Momentes der Molecule nach ihrem Abstände von der Mitte des Stabes gleich, die Vertheilung des erregten Magnetismus in einem Faden berechnet, der aus einer Reihe hinter einander liegender Molecule besteht.

Da ich nun ein anderes Gesetz aufgestellt habe, als für den *erregten* Magnetismus aus dem für den freien Magne-

tismus folgt, so, schließt Hr. W., muß einer der von mir aufgestellten Sätze, oder es müssen beide falsch seyn. Zu diesen Schlüssen halte ich Hrn. W. nicht für berechtigt, selbst wenn man den unerwiesenen Satz in Bezug auf den Differentialquotienten zugiebt. Jene Rechnung bestimmt alsdann die Vertheilung des freien Magnetismus in der Linie, in welcher die Moleküle hinter einander liegen, aber nicht seinen Einfluß auf einen Punkt außerhalb dieser Linie.

a. Gesetzt der freie Magnetismus wäre wirklich nach dem Gesetze, das Hr. W. annimmt, in einem solchen Faden von Molekülen vertheilt, so könnte eine Magnetnadel, welche an verschiedenen Stellen diesem senkrecht gestellten Faden gegenüber gehalten würde, doch durchaus nicht jenes Gesetz zeigen, weil, wie ich bereits in meiner früheren Entgegnung hervorgehoben habe, nicht ein einzelnes Molekül, sondern sehr viele auf die etwas entfernte Nadel wirken.

b. Ferner würde das Gesetz auch nicht dasselbe bleiben, wenn die Nadel in verschiedenen Entfernungen von dem Stabe an demselben entlang geführt würde. Daraus folgt aber, daß ein aus sehr vielen solchen Fäden bestehender materieller Stab von nicht verschwindend kleinem Durchmesser ebenso wenig das von Hrn. W. berechnete Gesetz zeigen könne, selbst wenn die Rechnung durchaus richtig wäre, und diese Fäden absolut gleiche magnetische Intensität hätten. Da nun außerdem diese magnetische Intensität noch sehr variirt, so folgt nach meiner Meinung aus Hrn. W. Rechnung gar nichts für die Beobachtungen, welche man zu dem genannten Zwecke an materiellen Stäben macht, besonders wenn diese Stäbe einen nicht unbedeutenden Durchmesser haben. Hr. W. hat Etwas berechnet, was man nie beobachten kann.

Aus den so eben gemachten Schlüssen folgt nun aber ferner, daß man überhaupt nicht im Stande ist, den freien Magnetismus eines einzelnen Querschnitts eines Magnets durch ein Experiment festzustellen, weil man nicht im Stande

ist, auf einen außerhalb des Stabes liegenden Punkt einen einzelnen Querschnitt allein wirken zu lassen. Will man aber nun doch möglichst genau diesen Einfluss kennen lernen, so muß man ein Mittel anwenden, bei welchem auf einen außerhalb des Stabes liegenden Punkt möglichst wenige Querschnitte ihre magnetisirende Kraft äußern können. Nun ist aber gar nicht zu leugnen, daß dies in höherem Grade geschieht, wenn man einen kleinen Eisenstab in einem constanten geringen Abstände vom Kerne auf verschiedene Stellen der Seitenfläche eines Magnets aufsetzt und die Anziehung prüft, als wenn man demselben eine Magnetnadel in größerer Entfernung gegenüber hält, wie dies Coulomb gethan hat. Freilich erhält man in dem ersteren Falle nicht direct den freien Magnetismus, sondern die Anziehung, welche durch ihn bewirkt wird. Da aber diese dem Quadrate jenes proportional ist, so giebt die Wurzel der erhaltenen Werthe den an der Stelle nach außen wirkenden freien Magnetismus.

2. Daß aber die Wurzel aus der in genannter Weise erhaltenen Anziehung die Intensität des freien Magnetismus an der Stelle gebe, wo der kleine Stab auf den Magnets aufgesetzt ist, bestreitet nun Hr. W. aus folgendem Grunde.

Wenn man dem einen Pole einer Magnetnadel einen weichen Eisenstab gegenüber legt, so wird bei wachsendem Magnetismus der Nadel die Ablenkung in größerem Verhältniß als dem des Quadrates dieses Magnetismus zunehmen, weil sich das angezogene Ende der Nadel um so mehr dem Stabe nähert, je größer ihr Magnetismus wird. Da nun, so schließt Hr. W. weiter, beim Aufsetzen eines Eisenstabes auf die Seitenflächen eines Magnets die Molecularmagnete sich diesem Stabe in um so höherem Grade entgegen drehen, je stärker ihr Magnetismus ist, so muß deshalb die Anziehung auch in größerem Verhältniß als dem des Quadrates des vorhandenen freien Magnetismus wachsen. Hr. W. hat in Bezug auf das angeführte Beispiel für den Fall vollkommen recht, wenn die GröÙe der angewandten Nadel

gegen die Entfernung vom nächsten Ende des genäherten Eisenstabes nicht vernachlässigt werden kann.

Nun hat aber Weber gezeigt, daß man die Länge der Nadel einer Tangentenbussole hinsichtlich der Proportionalität der Tangenten ihrer Ablenkung mit dem sie ablenkenden Strome vernachlässigen kann, wenn die Länge der Nadel nur $\frac{1}{6}$ des Ringdurchmessers beträgt. Sicher wird daher der durch die Annäherung des einen Endes einer 1" langen Nadel an einen etwa 2 Fuß entfernten Stab bewirkte Fehler unmerklich. Giebt man dies zu, so kann man nicht mehr auf eine Abweichung von dem quadratischen Verhältniß der Anziehung wegen der Drehung der *Molecularmagnete* schließen, wenn der ihnen genäherte Stab noch um eine Papierdicke entfernt bleibt. Besonders scheint mir Hr. W. nicht zu einem solchen Schlusse berechtigt, wenn er die Moleculen so klein annimmt, daß er die Momente durch den Differentialquotienten auszudrücken sich für berechtigt hält. Sicher ist die Größe der Moleculen viel geringer, als alle Größen, welche man beim Experiment für hinreichend klein hält, um die dadurch entstehenden Abweichungen als verschwindend klein ansehen zu können.

Ich kann daher weder die Rechnung des Hrn. W., noch den hier angeführten Einwand gegen die genannte Methode als Beweis gegen die Gültigkeit des von mir gefundenen Gesetzes ansehen.

III. Der Durchmesser der Magnetkerne.

Nachdem Hr. W. die Unhaltbarkeit der von mir aufgestellten Sätze in Bezug auf die Länge der Magnetkerne meist durch Rechnung nachzuweisen gesucht hat, greift er zum Beweise seiner Behauptungen hinsichtlich des Kerndurchmessers zum Experiment und zieht aus demselben später allgemeinere Folgerungen, als zu denen er nach den von ihm selbst ausgesprochenen Grundsätzen berechtigt wäre. Während er nämlich zwei Versuche mit dickeren Stäben angestellt hat, spricht er von dem schnelleren Ansteigen des Magnetismus bei dickeren Stäben. Da aber

Hr. W. für sich keine anderen Grundsätze in Anspruch nehmen darf, als er bei der Beurtheilung meiner Versuche aufstellt, von denen er stets sagt, sie hätten nur innerhalb der Gränzen Geltung, innerhalb deren sie angestellt seyen, so hätte er nach meiner Meinung nur von einem größeren Ansteigen bei einem 60^{mm} und 90^{mm} dicken Stäbe sprechen müssen, denn diefs sind die beiden Stäbe, welche er prüft.

Lenz und Jacobi waren die ersten, welche über diesen Gegenstand experimentirt haben, und ihre Versuche tragen in so hohem Grade das Gepräge der Zuverlässigkeit, daß Hr. W. auch nichts dagegen einwendet.

Darauf hat Müller und mit ihm etwa gleichzeitig (1850) Hankel über denselben Gegenstand, aber jeder nach einer anderen Methode, Versuche angestellt, und — beide sind zu demselben Resultat gekommen, welches Müller zuerst aussprach, daß der Magnetismus den Quadratwurzeln der Kerndurchmesser proportional zunehme ¹⁾).

In Bezug hierauf sagt nun Hr. W.: »Dieser Satz war als ein rein empirisches Resultat schon von J. Müller für eine Anzahl von Stäben ausgesprochen worden, welche alle in dieselbe Magnetisirungsspirale eingelegt wurden« ²⁾).

Warum hier das »Rein empirisch« urgirt wird, werden wir später sehen; hier will ich nur bemerken, daß Hr. W. nicht Ursache hat, diefs Gesetz das *meinige* zu nennen. Ich habe es mir nicht zugeschrieben, aber ich habe es später nach drei Methoden geprüft und richtig gefunden ³⁾. Aufser dieser dreifachen, directen, empirischen Prüfung habe ich ferner gezeigt, daß auch die Versuche von Lenz und Jacobi mit diesem Gesetz übereinstimmen. Ich habe auf die durchaus an den Beobachtungsergebnissen dieser Physiker nothwendige Correction für diejenigen Versuche aufmerksam gemacht, bei denen die verschieden dicken Kerne in eine Spirale von gleicher Weite eingelegt werden, und

1) Pogg. Ann. Bd. 90, S. 248.

2) Pogg. Ann. Bd. 117, S. 236.

3) Elektromagnet S. 203.

mufs in dieser Beziehung auf meine erste Entgegnung verweisen (S. 203).

Von dieser Correction sagt nun Hr. W. in seinem Werke, sie sey *»freilich etwas frei,«* weil, wie er jetzt erklärt ¹⁾, man nicht annehmen könne, dafs, wenn bei Spiralweiten von 2" bis 3",7 die Abnahme des Magnetismus von 12:11 stattfindet, dasselbe Verhältnifs auch bei anderen Weiten auftrete. Wenn Hr. W. diels zu einer Zeit sagt, wo noch keine anderen Versuche als eben diese von Lenz und Jacobi vorhanden waren, so ist das noch allenfalls erklärlich; wenn er aber den Einwand jetzt wiederholt, nachdem ich gezeigt habe ²⁾, dafs von $\frac{1}{4}$ " bis 2" weiten Spiralen hin etwa dasselbe Verhältnifs, wenn nicht gar noch ein weiteres auftritt, so scheint mir das wenig begründet. Jedenfalls aber dürfte es *ganz unbegründet* seyn, wenn Hr. W. deshalb, weil er das aus den Beobachtungen hervorgehende Verhältnifs der Correction nicht zugeben will, *jede Correction unterlässt*.

Ich zweifle nicht, dafs ein jeder Leser mir hierin beistimmen wird, und somit liegen denn für den von mir vertheidigten Satz *aufser meinen Versuchen* noch solche von Lenz und Jacobi, von J. Müller und von Hankel vor, welche ihn als ganz unzweifelhaft herausstellen. Dagegen hat nun Hr. W. Versuche mit 5 Magnetkernen angestellt, deren stärkster etwa $3\frac{1}{4}$ " Durchmesser hat, wogegen ich früher Versuche mit Kernen bis zu 6" Durchmesser angestellt habe. Wir wollen die Versuche des Hrn. W. etwas näher betrachten.

Die fünf erhaltenen Werthe sind folgende:

Dicke der Kerne: 10,5^{mm} 20^{mm} 30^{mm} 60^{mm} 90^{mm}

Freier Magnet: 1000 1026 1067 1207 1339

Von diesen Werthen müssen wir in Betracht der so gleich zu besprechenden doch vorhandenen Versuchsfehler die drei ersten als sehr gut mit dem Gesetze übereinstimmend erklären, auch wenn wir nicht einen so gefügigen

1) Pogg. Ann. Bd. 117, S. 236.

2) Pogg. Ann. Bd. 115, S. 205.

Maassstab anlegen, wie Hr. W. in dem sogleich unter No. 3 zu besprechenden Falle thut. Es bleiben mithin nur die beiden letzten Werthe übrig, welche gegen alle die nach vier ganz verschiedenartigen Versuchsmethoden erhaltenen zahlreichen Beobachtungen ¹⁾ in die Waage fallen sollen. Ein solches Verlangen wäre gerechtfertigt, wenn man zugeben müßte, daß Hr. W.'s mit einem Stabspiegel und Fernrohr gemachten Beobachtungen, viel mehr Zuverlässigkeit böten, als alle bisherigen.

Nun führen aber die hier gegebenen Werthe zu folgenden Schlüssen.

1) Hr. W. hat gezeigt, daß die magnetischen Momente M der Eisenstäbe schneller anwachsen, als die Intensität I der magnetisirenden Ströme, und sich erst bei stärkeren Strömen einem constanten Verhältniß nähern ²⁾. Nun zeigen bei den Versuchen mit den verschieden dicken Stäben die Quotienten $\frac{M}{I}$, welche schneller anwachsen sollen, als die Stromstärke, folgende fünf Reihen ³⁾:

Dicke der Stäbe				
10,5 ^{mm}	20 ^{mm}	30 ^{mm}	60 ^{mm}	90 ^{mm}
1,257	1,725	2,195	3,744	5,392
1,229	1,778	2,233	3,753	5,343
1,277	1,811	2,257	3,797	5,400
1,331	1,790	2,270	3,834	5,461
1,321	1,805	2,306	3,832	5,474
	1,831	2,310	3,833	5,498
			3,874	

Ein Blick auf diese Reihen zeigt, daß bei denselben keinesweges eine regelmäßige Zunahme stattfindet, sondern daß bei denjenigen Stromesintensitäten, von denen Hr. W. sagt, es finde bei ihnen keine schnelle Aenderung mehr statt, die Quotienten nicht allein bald schnell, bald langsam aufsteigen, sondern sogar zuweilen wieder ab- und dann

1) Pogg. Ann. Bd. 90, S. 248

2) Pogg. Ann. Bd. 117, S. 199.

3) Ib. S. 237.

wieder bedeutend ansteigen. Eine diesen Gang der Quotienten darstellende Curve würde also ein Bild von wechselndem Berg und Thal geben. Diese Erscheinungen haben doch wohl in nichts Anderem, als in Versuchsfehlern, ihren Grund.

2) Hierzu kommt nun aber ein noch viel wichtigerer Umstand, welcher zeigt, daß die Versuche des Hrn. W. durchaus nicht mehr Vertrauen verdienen, als, um von den meinigen gar nicht zu reden, die Versuche von Lenz und Jacobi. Hr. W. sagt nämlich zu Anfang seines Aufsatzes: „Will man auf experimentellem Wege allgemeinere quantitative Gesetze finden, so ist der natürliche Weg der, die Bedingungen bei den Versuchen möglichst einfach herzustellen.“ Mit diesem Satze bin ich vollkommen einverstanden und habe ihn stets zu befolgen gestrebt. Hr. W. wendet nun bei den hier fraglichen Versuchen Spiralen an, deren Windungszahl variirt. Diefes hat wohl seinen Grund darin, daß man die Spiralen nicht immer genau gleich gewickelt erhält. Ferner aber wendet Hr. W. auch verschiedene Stromstärken an, so daß nun die erhaltenen Beobachtungsergebnisse dividirt werden müssen durch die Stromstärke I , die nach Hrn. W.'s Angaben nicht einmal dem Magnetismus proportional ist, die Windungszahl W und die Wurzel des Durchmessers \sqrt{d} . Der Versuch ist nicht leicht complicirter anzustellen. Wenngleich Hr. W. meinen neuesten Versuchen über denselben Gegenstand den Vorwurf macht, daß sie nur bei einer Stromstärke angestellt seyen, so muß ich doch gestehen, daß es mir lieber gewesen wäre, wenn Hr. W. dieselbe Vorsicht befolgt hätte, weil da die Sache unzweifelhafter ist. Freilich sind die Versuche bei verschiedenen Stromstärken in dem Falle noch überzeugender, wenn sie so angestellt sind, daß man immer die bei derselben Stromstärke erhaltenen Werthe mit einander vergleichen kann.

3) Schließlich muß ich noch darauf aufmerksam machen, daß Hr. W. bei den Urtheilen über diejenigen Versuchsergebnisse, welche für seine Ansicht sprechen, es viel weniger

genau nimmt, als im andern Falle. In seiner neuesten Entgegnung sagt er nämlich: „Aus einer Reihe von Versuchen von Lenz und Jacobi ergibt sich dagegen, daß in dem letzteren Falle die Momente *nahezu den Durchmesser proportional* zunehmen.“

Diese hier erwähnte Reihe ist aber eben diejenige, an welcher ich die vorher besprochene Correction vorgenommen habe. Da Hr. W. hier dieser Correction gar nicht erwähnt, so scheint es, als ob er der Meinung wäre, daß eben das Verhältniß des Magnetismus zum Kerndurchmesser stattfinde, wenn verschieden dicke Kerne in dieselbe Spirale eingeführt werden.

Der Leser beurtheile nun, in welchem Grade die erwähnte Reihe seine Behauptung über dieses Verhältniß darthut.

d	M	$\frac{M}{d}$
$\frac{1}{3}''$	0,08731	4365
$\frac{1}{2}''$	0,11166	3722
$\frac{2}{3}''$	0,14152	3638
$\frac{5}{6}''$	0,15831	3166
$1''$	0,17489	2915
$1\frac{1}{2}''$	0,24569	2729
$2''$	0,30796	2649
$2\frac{1}{2}''$	0,36743	2449
$3''$	0,44731	2485

In dieser Reihe fallen die Quotienten, welche nach Hrn. W.'s Ausspruch *nahezu* gleich sind, von 44 bis 25 ab!

In Folge der hier gegebenen Andeutungen über Hrn. W.'s Versuche, so wie die von ihm gemachten Schlüsse sehe ich mich zu dem Ausspruche veranlaßt, daß mich ebenso wenig seine Versuche, wie die von ihm gegebenen mathematischen Entwicklungen von der Unhaltbarkeit der von mir aufgestellten oder vertheidigten Sätze haben überzeugen können.

IV. Der Standpunkt des Herrn Wiedemann.

Um seine Erwiderung auf meine Einwände zu motiviren, sagt Hr. W.: »Hr. Dub hat sich mit meinen Ausführungen nicht einverstanden erklärt. Indefs scheint er theils meinen Standpunkt in der betreffenden Frage nicht richtig aufgefaßt, theils meine Einwände nicht widerlegt zu haben.«

Ich würde diese Beschuldigung mit Stillschweigen übergehen können, wenn ich nicht genöthigt wäre, auf so manche Versehen und Widersprüche aufmerksam zu machen, welche sich in Bezug auf die von mir aufgestellten Sätze sowohl in dem Werke, wie in der letzten Erwiderung des Hrn W. vorfinden. Aus der Aufzählung derselben wird dem Leser klar werden, wie schwer es ist, den Standpunkt des Hrn. W. in dieser Frage festzustellen.

1. *Green's Formel.* Auf S. 263 des genannten Werkes heisst es: »Für einen dünnen und sehr langen Stab vom Radius a und der Länge $2l$, der an jeder Stelle einer gleichen magnetisirenden Kraft f unterworfen ist, berechnet Green aus der allgemeinen Formel den freien Magnetismus, welcher an jeder, um die Länge x von der Mitte entfernten Stelle der Oberfläche des Stabes von der Länge dx angehäuft ist.«

Darauf folgt die von Green aufgestellte Formel, welche mit der von Biot zusammenfällt, und welche die einfache Gestalt dadurch erhält, daß Green in der früher entwickelten Gleichung die Gröfsen der Ordnung a^2 ausläßt und dann a (d. h. den Radius des Stabes) als *sehr klein* annimmt. Er sagt: »In Betracht der Kleinheit von a sind die Elemente des letzten Integrals, wo x und x' beinahe gleich sind, sehr grofs gegen die anderen, und deshalb wird der *approximative Werth* des eben gegebenen Ausdrucks usw.«).

Green's Formel hat also für den Fall *annäherungsweise* Geltung, daß gleiche magnetisirende Kraft auf alle Molecüle wirkt, und der Durchmesser der Magnete *sehr klein* ist gegen ihre Länge.

Es leuchtet hiernach ein, daß die Formel nicht anwend-

bar ist, wenn eine dieser Bedingungen oder wohl gar beide nicht erfüllt sind. Dessenungeachtet hat nun Hr. W. die $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Stäbe, welche Lenz und Jacobi untersucht haben, dieser Formel angepaßt, und nachdem allen Beobachtungswerthen von Lenz und Jacobi, von van Rees, von mir und Anderen irgend welche große Bedeutung abgesprochen ist, sagt er S. 341: »Die Abhängigkeit der temporären Momente verschieden langer und gleich dicker Eisenstäbe, welche ihrer ganzen Länge nach durch gleiche magnetisirende Kräfte erregt sind, würde am richtigsten durch die von Green gegebene Formel dargestellt werden.«

Wenn gleich, nachdem über die Beobachtungsergebnisse in der oben genannten Weise abgesprochen ist, die genannte Formel *freilich unter anderen Bedingungen* angepriesen wird, gewinnt es da nicht für jeden Unbefangenen das Ansehen, als wolle Hr. W. die Formel mit den Versuchsergebnissen in Beziehung bringen? Darauf heisst es ferner S. 344: »Obgleich die von Dub aufgestellten Sätze innerhalb gewisser Grenzen sich den Beobachtungsergebnissen ziemlich gut anschließen, so dürften dieselben doch kaum an Stelle von Green's Formeln gesetzt werden.« Mir ist es aber nie eingefallen, meine Sätze an die Stelle der genannten Formeln zu setzen! —

Seite 352 wird die Formel als unbedingt für die Stahlmagnete geeignet erklärt, und als Autorität van Rees angeführt, welcher dieselbe durch seine Versuche bestätigt habe. Nun sagt aber van Rees eben am Schlusse der Untersuchung in Bezug auf diese Formel¹⁾: »Ich folgere daraus (nämlich aus den Abweichungen zwischen den Beobachtungen und den berechneten Werthen), dafs, obwohl die Kettenlinie bei Magneten, die wenigstens fünfzig mal länger als dick sind, eine in den meisten Fällen genügende Annäherung liefert, die wahre Intensitätscurve aber, oder mit anderen Worten, das Gesetz der Vertheilung des Magnetismus im Stahl- und Elektromagneten noch zu finden sey.«

1) Pogg. Ann. Bd. 47, S. 222.

Auf Seite 380 seines Werkes sagt dann Hr. W.: „Während somit die Tragkraft für Systeme gerader Stäbe, die an allen Theilen gleichen magnetisirenden Kräften ausgesetzt sind, theoretisch bestimmt werden kann, hat Dub auch aus den mitgetheilten empirischen und praktischen Sätzen, welche er an Stelle der weniger elementaren theoretisch abgeleiteten Sätze setzt, eine Reihe von eben solchen Sätzen für die Tragkraft und Anziehung der geraden Stäbe entwickelt und durch Versuche zu bestätigen versucht.“

Hier wird die Behauptung wiederholt, ich hätte an Stelle der Green'schen Formel andere Sätze aufgestellt, während doch in demselben Satze gesagt wird, daß jene Formel nur für Stäbe gilt, die an allen Theilen gleichen magnetisirenden Kräften ausgesetzt sind. Ausgelassen ist der Umstand, daß die Stäbe außerdem sehr dünn seyn müssen, wenn auf sie die fragliche Formel Anwendung finden soll.

Während jedoch Hr. W. bis hierher immer noch die Bedingung der gleichen Magnetisirung aller Theile hervorhebt, spricht er es auf Seite 393 unbedingt aus, daß die Formel Green's Alles umfasse. Er sagt: „Auch dieser von Dub ausgesprochene Satz möchte eine recht bequeme, praktische Darstellung der Versuchsergebnisse innerhalb gewisser Gränzen liefern, nicht aber der wahre theoretische Ausdruck der Vertheilung der freien Magnetismen seyn. Der letztere möchte doch wohl durch die von Biot aufgestellte, durch Green auf theoretischem Wege abgeleitete und indirect durch die Versuche von Lenz und Rees über die Momente der einzelnen Theile der Stäbe bestätigte Formel der Kettenlinie gegeben seyn.“

Nach diesen Auslassungen, besonders aber nach dem letzten Satze, wird gewiß der Leser meiner Meinung bestimmen, daß Hr. W. Green's Formel auf die vorhandenen Beobachtungen an Stäben von erheblichem Radius angewandt wissen wolle. Hr. W. ist aber anderer Meinung, er sagt in seinem Ultimatum: „Nach der Darstellung des Hrn. Dub kann es den Anschein haben, als ob ich ohne

Weiteres seine Versuche, so wie die von Lenz und Jacobi und Anderen mit obigen Formeln in *Beziehung bringen* wollte. Ich habe aber im Gegentheil mehrfach darauf aufmerksam gemacht, daß erstere unter complicirteren Bedingungen angestellt worden sind, als diejenigen sind, welche jenen Formeln zu Grunde liegen.

Daß nun Hr. W. neben den früheren Ausführungen auch das Letztere gesagt hat, das ist eben der Grund, weshalb ich kein Urtheil über den Standpunkt des Hrn. W. fällen, sondern dies dem Leser überlassen will.

2. *Annäherung an Green's Formel.* Obschon nun aber Hr. W. diese Klage über meine ungeeignete Darstellung ausspricht, so sagt er doch wieder in derselben Entgegnung S. 222: »Die der Green'schen Formel zu Grunde liegende Bedingung (nämlich gleiche magnetisirende Kraft auf alle Theile wirkend) ist bei den Versuchen von Lenz in der That *nicht ganz* erfüllt, da zwar in einem längeren Stück in der Mitte der Stäbe die magnetische Scheidungskraft sich so wenig ändert, daß wir die Aenderung vernachlässigen können, an ihren Enden aber eine schnelle Abnahme derselben eintritt. Je länger die Stäbe sind, desto länger ist im Verhältniß zu ihrer Länge das erste Stück, desto mehr nähert sich das Verhältniß den bei der Green'schen Formel gemachten Voraussetzungen. Es scheint also ganz sachgemäß, unter Berücksichtigung der Abnahme der Scheidungskraft an den Enden der Stäbe die Versuche zur Bestätigung der theoretischen Formel zu verwenden.«

Also die Formel, welche für *sehr dünne* Stäbe *annäherungsweise* gilt, soll für $1\frac{1}{4}$ Zoll dicke Stäbe verwendet und durch sie bestätigt werden! Kann aber bei irgend welchen Stäben, die überhaupt je zu solchen Versuchen angewandt sind, die Bedingung der gleichen magnetisirenden Kraft nur als im Entferntesten vorhanden gedacht werden? Hierüber giebt uns Hrn. W.'s Werk S. 274 Aufschluß. Er sagt daselbst: »Legt man daher Körper von wesentlich linearen Dimensionen in die Mitte einer Spirale ein, die

wenigstens 40 mal länger ist als die Stäbe, und deren Durchmesser gegen den der Stäbe *bedeutend* ist, so ist die Kraft, mit der die in den einzelnen Moleculen enthaltenen magnetischen Fluida von einander geschieden werden, an allen Theilen der Stäbe *nahezu* gleich. Hieraus leuchtet ein, in wie weit die Verwendung der Green'schen Formel für die bisher untersuchten Fälle sachgemäß ist. H. W. läßt außerdem bei dieser Betrachtung ganz außer Acht, daß die an den Enden stattfindende Abnahme des Magnetismus auch auf die mittleren Theile von erheblichem Einfluß ist, daß also aus diesem Grunde bei dieser Art der Bewicklung auch selbst in der Mitte nicht die Erscheinungen so auftreten können, wie wenn gleiche magnetisirende Kraft auf alle Theile wirkt.

3. *Die Stahlmagnete.* Als ganz unzweifelhaft stellt nun aber Hr. W. die Anwendung der beliebten Formel für Stahlmagnete dar und sagt darüber in seiner Entgegnung (S. 219), ich hätte meine Sätze auch auf die Vertheilung des freien Magnetismus auf der Länge eines zur Sättigung magnetisirten Stahlstabes übertragen, *welche durch die Green'sche Formel darzustellen ist.* Leider kann ich auch dies nicht zugeben, sondern Hr. W. befindet sich auch hier noch in mancher Hinsicht auf unsicherem Boden, weil die allgemeinen Prinzipien auf die Hr. W. immer zurückkommt, für den vorliegenden Fall in so hohem Maasse Beschränkungen erleiden, daß für ihre Geltung nicht mehr viel übrig bleibt.

Fürs Erste habe ich nie ein Wort von einem zur Sättigung magnetisirten Stahlstab gesagt. Zweitens wird bei einem zur Sättigung magnetisirten Stabe auch nur *angenommen*, die magnetisirende Kraft sey gleichmäßig vertheilt, wie Hr. W. (S. 352) selbst sagt. Drittens paßt die Formel bei Rees Versuchen nicht besser, als bei denen von Lenz und Jacobi, weshalb jener Experimentator sie ja selbst *nicht für den wahren Ausdruck* anerkannt. Viertens habe ich meinen Satz nicht auf die Stahlmagnete *übertragen*, sondern ich habe, wie van Rees, dasselbe Gesetz an einem

Stahlmagnet, wie an den Elektromagnet, durch das Experiment gefunden. Fünftens, wenn wirklich die magnetisirende Kraft gleichmäfsig vertheilt wäre, so würde die Formel doch noch keine Anwendung finden, weil ein Parallelopipedum oder ein Cylinder von erheblicher Dicke nicht ein *sehr dünner* Stab genannt werden kann.

4. *Coulomb's Versuch.* In Bezug auf den Versuch, welcher zur Prüfung des freien Magnetismus von Coulomb in der Weise angestellt wird, dafs er eine $\frac{1}{2}$ Zoll lange Nadel einem senkrecht gestellten magnetischen Draht gegenüber in verschiedenen Höhen schwingen läfst, hatte ich eingewandt, dafs dieser Versuch sehr unbefriedigende Resultate geben müsse. Nun giebt Hr. W. in seiner Entgegnung (S. 227) zu, dafs die Versuche von Coulomb freilich *nicht ganz genau* seyen, aber, sagt er, sie gäben doch *wenigstens annähernde* Werthe. Hierdurch geräth aber Hr. W. wieder in mehrere Widersprüche. Ausser diesem Umstande, dafs auf die Nadel auch die ziemlich weit entfernten Theile des Stabes wirken müssen, welcher schon an sich ganz unbefriedigende Werthe erzeugen mufs, beweist Hr. W. in seinem Werke (S. 393) noch, dafs die Werthe auch aus demselben Grunde nicht dem freien Magnetismus proportional ausfallen könnten, aus welchem meine Versuche über denselben Gegenstand mittelst Anziehung nicht das Quadrat des freien Magnetismus ergeben könnten (siehe vorn ad II, 3). Hr. W. sagt: »So wird die Anziehung nicht dem Quadrat des freien Magnetismus entsprechen, sondern verhältnifsmäfsig stärker seyn. Deshalb findet auch Dub, wenn er die von Coulomb beobachteten freien Magnetismen der Stahlstäbe seinen aus der Anziehung abgeleiteten Sätzen anzupassen versucht, dieselben an den Enden der Stäbe zu klein, und man braucht darum die Genauigkeit der Versuche von Coulomb noch nicht zu bezweifeln.«

a) Während ich hier einen Verweis erhalte, dafs ich die Genauigkeit der Versuche bezweifle, erkennt Hr. W. jetzt auch deren Ungenauigkeit an, er sagt die Versuche seyen *»nicht ganz genau!* Diefs ist jedoch Nebensache!

b) Aber nun bin ich ferner der Meinung, daß meine Versuche gar nicht aus demselben Grunde ungenau sind, aus dem Coulombs Versuche ungenau seyn müssen. Wenn ich eine Nadel von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge dicht neben den Magnet halte, so ist das, behaupte ich, etwas Anderes, als wenn durch das Nähern eines Eisenstabes die *Molecularmagnete in Drehung gebracht werden*. Wäre die Nadel verhältnißmäßig so weit vom Stabe entfernt, wie die Molecularmagnete von dem Eisenstabe, wenn ein Blatt Papier dazwischen ist, so würden Coulombs Versuche auch nicht aus diesem Grunde mangelhaft werden. Da dieß nicht der Fall ist, so sind sie aus den beiden von Hrn. W. selbst genannten Gründen ganz ohne Beweiskraft, weil sie *sehr ungenau* seyn müssen.

c) Durch das Zugeben der Ungenauigkeit der Coulombschen Versuche geräth Hr. W. andererseits auch in Widerspruch mit der Green'schen Formel; denn in seinem Werk S. 351 paßt er die Formel Coulombs Versuchen an, und sagt: „*Bis auf das Ende des Stabes stimmen hier die berechneten und beobachteten Werthe sehr gut mit einander überein.*“

Freilich ist das nun auch wieder nicht richtig, denn in der Mitte des Stabes giebt der Versuch 6 und die Rechnung 3,55; aber wie ich schon früher bemerkt, mit den für ihn sprechenden Resultaten nimmt Hr. W. es nicht so genau, wie mit den meinigen. Green's Formel paßt nach seiner Darstellung für alle Versuche, mögen sie genau oder ungenau seyn! —

Ueber diese Strenge, mit der Hr. W. meine Versuche behandelt, will ich mich aber gar nicht beklagen, ich will nur schließlichs noch bemerken, daß Hr. W. bei der Beurtheilung meiner Versuche sogar den Sprachgebrauch der Worte umändert, um dann hinter einer scheinbar milden Beurtheilung einen harten Vorwurf zu verbergen. Während nämlich Hr. W. stets sagt, die von mir aufgestellten Sätze seyen nur empirische, womit ich ganz zufrieden bin, wenn sie nur besser mit den Versuchen übereinstimmen

als die theoretischen Entwicklungen, giebt er plötzlich auf S. 228 seiner Entgegnung darüber Aufschluss, was er unter diesem Ausdrucke *empirisch* versteht. Er sagt nämlich: »Die Versuche haben somit doch nicht völlige Beweiskraft für den Satz 2) des Hrn. Dub. Da derselbe außerdem mit Satz 1) in Widerspruch steht, so können wir (das ist Hr. W.!) auch ihn nur als einen empirischen ansehen.« Man sieht also, daß für Hrn. W. ein empirischer Ausdruck ein solcher ist, der einerseits nicht durch Versuche bewiesen und andererseits mit anderen Sätzen im Widerspruch ist! —

5. *Der Satz von Thomson.* Der Satz von Thomson: »daß ähnliche Stangen von verschiedenen Dimensionen, auf ähnliche Weise mit Drahtgewinden umwickelt, deren Längen den Quadraten ihrer linearen Dimensionen proportional sind, von gleichen Strömen durchflossen, eine gleiche Kraft auf ähnlich liegende Punkte hervorbringen«; war früher von mir so aufgefaßt worden, daß ähnlich liegende Punkte in dem Stabe selbst gemeint seyen. Hr. W. macht nun darauf aufmerksam, daß ähnlich liegende Punkte außerhalb des Stabes gemeint seyen, und in diesem Sinne ist allerdings der Satz mit meinen Untersuchungen durchaus in Uebereinstimmung.

Da jedoch dieser Satz nur ein specieller Fall der von mir vertheidigten Sätze in Bezug auf die Dimensionen des Magnetkernes ist, so brauchen diese Sätze noch durchaus nicht wahr zu seyn, auch wenn der Satz von Thomson richtig ist. Hr. W. sagt nun am Schlusse seiner Entgegnung (S. 240): »der einzige Satz, welcher bei der ungleich starken Einwirkung elektromagnetischer Kräfte auf die einzelnen Theile beliebig gestalteter Eisenstäbe *a priori* eine allgemeine rationelle Gültigkeit bewahrt, ist bisher der von Thomson aufgestellte.«

Nach den von mir behaupteten Sätzen erhält ein Magnet, dessen Kern die n -fache Länge und Dicke eines anderen hat und dessen Spirale von n^2 -facher Länge ist, so daß sie eine n -fache Windungszahl besitzt, den n^2 -fachen

Magnetismus des anderen. Er wird also auf einen *n*mal so weit entfernten Punkt dieselbe Kraft äussern, wie der ursprüngliche Magnet.

Da nun Hr. W. die eben genannten Sätze nicht zugeibt, sondern behauptet der Magnetismus nehme in grösserem Verhältniss, als die Wurzeln der Kerndurchmesser, und in geringerem Verhältniss, als die Wurzeln der Längen zu; so ist zwar nach diesen seinen Behauptungen der Thomson'sche Satz möglich, aber Hr. W. ist nicht berechtigt, die Richtigkeit desselben eher auszusprechen, als er nachgewiesen hat, was, wie er meint, *a priori* möglich wäre, dass gerade eine solche Zunahme hinsichtlich der Kerndimensionen stattfände, wie sie der Thomson'sche Satz erfordert. Diese Zunahme müsste allerdings durch eine complicirte Formel, sowohl in Bezug auf die Dimensionen des Magnetkernes, wie in Bezug auf die Wirkung der Spirale ausgedrückt werden, da ja nach Hrn. W. die Wirkung der Spirale analog der des Stromes nicht der Zahl der Windungen proportional seyn kann. Da nun aber nach den von ihm angestellten experimentellen Untersuchungen in Bezug auf Stromstärke und Magnetdicke Hr. W. absolut außer Stande ist, den erforderlichen Nachweis, am allerwenigsten *a priori*, zu führen, so ist natürlich die von ihm ausgesprochene Behauptung hinsichtlich des Thomson'schen Satzes unbegründet. Hr. W. kann nach Zurückweisen meiner Sätze gar nicht über diesen Satz urtheilen.

6. *Die Mängel des weichen Eisens.* Auf Seite 341 seines Werkes sagt Hr. W.: »Ueberhaupt dürfte allen bisher angeführten Beobachtungswerthen keine so grosse Bedeutung beigelegt werden, da die Beschaffenheit des Eisens der Stäbe auf dieselben vom grössten Einflusse ist. Selbst wenn man aus demselben Stabe von weichem Rundeisen verschiedene Stücke schneidet, zeigen sie bei gleicher Behandlung zuweilen schon ein abweichendes Verhalten.«

Vor Allem muss ich bemerken, dass unter den »bisher angeführten Beobachtungswerthen« fast alle Untersuchungen verstanden sind, welche man überhaupt bisher angestellt

hat, so daß Jemand, der nicht mit Elektromagneten experimentirt hat, nach dieser Aeußerung glauben könnte, es wäre unmöglich, irgend welche zuverlässige Untersuchungen auf diesem Felde anzustellen, und man müsse sich mit der aus den allgemeinen Principien entwickelten Formel begnügen, obgleich sie für ganz andere Fälle gilt, als überhaupt je zur Anwendung kommen.

Daß aber Hr. W. nicht dieser Meinung ist, geht daraus hervor, daß er selbst mit diesem unzuverlässigen Eisen experimentirt und aus seinen Beobachtungen ganz definitive Schlüsse zieht. Da man aber nicht annehmen kann, er sey der Meinung, nur *seine* Versuche geben zuverlässige Resultate, so bleibt man über seine Ansicht in dieser Beziehung im Zweifel. Die Beschaffenheit des Eisens macht die Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse keineswegs in hohem Grade zweifelhaft, wenn man nur nicht einzelne Versuche anstellt, *nicht probirt*, sondern systematisch verfährt. Man entdeckt in diesem Falle sehr bald einen Stab, der ein abweichendes Verhalten hat und überzeugt sich durch Vertauschung desselben mit einem anderen leicht, ob die beobachtete Abweichung in der Beschaffenheit des Eisens, oder in etwas Anderem beruhe.

Da es bisher nur gelungen ist für solche Fälle den magnetisirenden Einfluß des Kernes aus den feststehenden Principien in Bezug auf den Magnetismus zu berechnen, in denen die magnetisirende Kraft auf alle Theile des Kernes gleich stark wirkt, und die Form der Kerne ellipsoidisch oder ein Cylinder von verschwindend kleinem Durchmesser ist, da also die in der Praxis vorkommenden Verhältnisse nicht im Entferntesten mit den berechneten zusammenfallen; so sind wir für diese praktischen Fälle nur auf das Experiment angewiesen, welches uns befähigt durch eine große Zahl von Versuchen den Gang der Erscheinungen möglichst genau festzustellen und durch Anwendung verschiedener Methoden zu bestätigen.

Der Leser wird es daher mit mir unzulässig finden, wenn man über die auf diesem Wege gefundenen Gesetze in der

Weise aburtheilt, daß man aus dem Vergleiche der für ganz abstrakte Fälle festgestellten Formeln mit den empirischen Gesetzen und aus den dabei sich herausstellenden Widersprüchen auf die Unhaltbarkeit der beobachteten Gesetze Schlüsse zieht.

Ich schliesse diese Mittheilungen mit dem Bemerken, daß ich mir die Veröffentlichung einiger Experimentaluntersuchungen in Bezug auf den magnetisirenden Einfluß ellipsoidischer Magnetkerne und die Lage der sogenannten Magnetpole vorbehalte.

Berlin, im Januar 1863.

III. *Die Verbrennungsproducte der Schießwolle und des Schießpulevers erzeugt unter Umständen, welche analog jenen der Praxis sind;* *von Ludwig von Károlyi.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Sitzungsberichten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien.)

Die nach der Methode des Hrn. General-Major Freiherrn von Lenk in Hirtenberg nächst Wiener Neustadt fabrikmäßig erzeugte Schießwolle ist auf Grundlage vorangegangener Versuche nicht nur seit mehreren Jahren in der K. K. Genie-Gruppe als Sprengpräparat eingeführt, sondern trotz des Umstandes, daß ihrer Anwendungen zu Geschützladungen noch Schwierigkeiten entgegentreten, wird sie auch von der K. K. Artillerie zu Füllung der Hohlprojectile gebraucht.

Namentlich die erstere Verwendungsart veranlaßte das K. K. Genie-Comité, dem ich seit zwei Jahren zugetheilt zu seyn die Ehre habe, unausgesetzt Arbeiten im Gange zu erhalten, welche geeignet sind ein erhöhtes Einsehen in das chemische Verhalten dieses Stoffes zu gewinnen. Unter

diese Arbeiten fällt auch das Bestreben die Verbrennungsproducte der in Hirtenberg erzeugten Schiefswolle kennen zu lernen, und es erschien im Laufe der Untersuchung gerathen das von mir hierbei befolgte Verfahren auch auf das Schiefspulver anzuwenden.

I. Analyse der Verbrennungsproducte der Schiefswolle.

Das rasche Abbrennen der Schiefswolle und die damit verbundene brisante Wirkung verhinderte mich zur Erzeugung ihrer Verbrennungsproducte Prof. Bunsen's vortreffliche Methode ¹⁾, die er zum Verbrennen des Schiefspulvers behufs der Analyse der Verbrennungsproducte ersann, zu verwenden. Ich mußte vielmehr daran denken die Verbrennung im luftleeren Raume vorzunehmen und habe zu diesem Ende ein Eudiometer von nahezu 1 Meter Länge verwendet, welches zum Unterschiede von den gewöhnlichen Eudiometern am oberen Ende, statt mit zwei Platindrähten versehen zu seyn, von einem ganzen sehr dünnen Platindraht durchzogen war. An diesem Draht wurden ungefähr 15 bis 20 Milligramme Schiefswolle befestigt, das Rohr mit Quecksilber gefüllt, die Luft möglichst gut daraus entfernt und durch Aufstellen in der Quecksilberwanne Torricelli's Leere erzeugt. Mit Hülfe einer galvanischen Batterie konnte der Draht zum Glühen, somit die Schiefswolle zur Explosion gebracht werden, worauf alle eudiometrischen Operationen in dem Rohre wie folgt ausgeführt wurden, nachdem ein Vorversuch ergeben hatte, daß das auf diese Weise erzeugte Gas aus Stickstoff, Stickoxydgas, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Grubengas und Wasserdampf bestand.

	Vol.	Druck	Temp.	Vol. bei 0° u. 1"
Anfangsvolumen	374,53	0,1156	12°	42,37
Im Dampfapparat	415,83	0,1768	95	54,56
Nach Absorption des NO ₂	361,80	0,1078	11,2	37,47
Nach Absorption der CO ₂	328,06	0,0850	10,5	26,85
Nach Zusatz von Luft	481,25	0,2372	12,3	109,26

1) Diese Ann. Bd. 102, S. 325.

	Vol.	Druck	Temp.	Vol. bei 0° u. 1 ^m
Nach Zusatz von Sauerstoff	497,56	0,2510	12,5	119,41
Nach der Explosion	466,21	0,2212	11,2	99,07
Nach Absorption der CO ₂	430,57	0,1855	10,4	76,97
Nach Zusatz von H	477,25	0,2301	11,7	105,29
Nach der Explosion	443,38	0,1983	12,6	84,08

Aus den Absorptionen ergibt sich der Gehalt an NO₂ und CO₂, aus der Volumsvermehrung im Dampfapparat der Gehalt an Wasser; aus dem Volumen 76,97, welches nach Entfernung der aus den brennbaren Gasen entstandenen Kohlensäure zurückbleibt, erhält man nach Abzug des unverbrannten Sauerstoffes und des mit der atmosphärischen Luft zugesetzten Stickstoffes, die Menge des Stickstoffs im Gase, während die brennbaren Gase nach den Formeln aus Bunsen's gasometrischen Methoden

$$\text{Kohlenoxyd} = P_1 - \frac{2P_2 - P}{3}, \text{ Grubengas} = \frac{2P_2 - P}{3}$$

$$\text{Wasserstoff} = P - P_1$$

berechnet werden, in welchen P die Menge der brennbaren Gase, P_1 die während der Verbrennung erzeugte Kohlensäure, P_2 den zur Verbrennung verbrauchten Sauerstoff bedeuten.

Auf 100 gerechnet, enthält daher das Schiefswollgas:

	dem Volumen nach	dem Gewichte nach
Kohlenoxyd	28,55	28,92
Kohlensäure	19,11	30,43
Grubengas	11,17	6,47
Stickoxydgas	8,83	9,59
Stickstoff	8,56	8,71
Kohlenstoff	1,85	1,60
Wasserdampf	21,93	14,28
	100,00	100,00

Die zur Analyse verwendete Schiefswolle hatte die durchschnittliche Zusammensetzung C₂₄H₁₇N₅O₃₈, woraus sich

nach Abzug der Resultate der Gasanalyse der ausgeschiedene und hier hinzugerechnete Kohlenstoff ergibt.

Diese einfache und scheinbar tadellose Methode hat mir nun wiederholt gezeigt, daß bei Anwendung eines etwas größeren Quantum Schießswolle unter sonst gleichen Umständen, wenn also verhältnißmäßig ein größerer Druck der Verbrennung entgegengesetzt wird, das Mengenverhältniß der Verbrennungsproducte sich ändert, und zwar vermindert sich hierbei das Quantum Stickoxydgas in dem Maße als sich der Druck vermehrt. Es scheint somit die Desoxydation der Stickstoffverbindung während der Verbrennung um so vollständiger vor sich zu gehen, je größer die Arbeit ist, welche die Schießswolle während ihrer Verbrennung zu verrichten hat.

Dieser Umstand führte mich auf den Gedanken der Schießswolle während der Verbrennung einen bestimmten und zwar so geregelten Widerstand entgegen zu setzen, daß er gerade in dem Momente weicht, wo die ihn beseitigende Schießswolle vollständig abgebrannt ist, welche Bedingung mich zu dem Versuche veranlaßte in einer luftleer gepumpten 60pfündigen Bombe ein mit Schießswolle gefülltes Gefäß, welches den nöthigen Widerstand bietet, mittelst galvanischer Zündung zum Sprengen zu bringen.

Die detaillirte Ausführung dieses Apparates ist aus Fig. 6 Taf. VII zu ersehen. In das Bohrloch der Bombe läßt sich ein starker eiserner Kopf *a* einschrauben, welcher mit Hülfe guter Beledung *e* das luftdichte Verschließen der Bombe gestattet. Dieser Schraubenkopf ist bei *b* mit einem kurzen durch einen Hahn verschließbaren Rohre versehen, durch welchen das erzeugte Vacuum während der ferneren Operation erhalten wird. Bei *d* geht ein Kupferdraht mittelst Guttapercha gut isolirt durch den Kopf; bei *d* befindet sich ein kleiner Haken; an diesem, wie an dem isolirten Kupferdraht werden die mit Schießswolle geladenen und zum Zersprengen bestimmten Gefäße mittelst isolirter Drähte angehängt, welche wie die Figur zeigt die Entzündung der Ladung gestatten. Bei dem Versuche wird die

Bombe luftleer gepumpt, der Hahn verschlossen und durch den Strom einer kleinen Smee'schen Batterie von 6 Elementen der in das Schiefswollgefäß eingesetzte Platindraht zum Glühen gebracht und derart das Gefäß gesprengt. Es ist leicht einzusehen, daß man es auf diese Art sowohl in der Macht hat, die Schiefswolle unter verschiedenen Widerständen zu verbrennen als auch die entstehenden Schiefswollgase frei von atmosphärischer Luft zu erhalten.

Die Widerstandsfähigkeit der Sprenggefäße muß richtig getroffen seyn und ihr Rauminhalt muß derart gewählt werden, daß das nach der Explosion entstandene Gas in der Bombe eine halbe Atmosphäre Ueberdruck besitzt um nachmals behufs der weiteren Untersuchung in die Messgefäße überfüllt werden zu können.

Die bei meiner Arbeit verwendeten Explosionsgefäße, welche nach Angabe des sel. Oberstlieutenant B. Ebner verfertigt wurden, waren gusseiserne an dem einen Ende verschlossene Hohlcylinder, welche an ihrem anderen Ende durch einen Kopf luftdicht verschlossen werden konnten, in welchem die Vorrichtung zur galvanischen Zündung angebracht war. Zu diesem Zweck ist der Kopf mit einer Aushöhlung versehen, in welcher ein dünner Platindraht, einerseits an dem directen, anderseits an dem isolirt durch den Kopf gehenden Kupferdraht befestigt wird. Die Kupferdrähte sind außerhalb des Deckels zu Oesen umgebogen, welche wie schon erwähnt zur Befestigung des Cylinders an dem oberen Theile des Bombenverschlusses beziehungsweise zur galvanischen Stromleitung dienen.

Das Gewicht der Schiefswolle deren Verbrennungsgase die luftleere Bombe von 5216^{cc} Inhalt wie oben angedeutet mit einer hinreichenden Spannung erfüllen sollen, habe ich empirisch bestimmt und zu 10 Grammen gefunden. Da 10 Grammen Wolle etwas comprimirt, einen Raum von 10,5 Centimeter Länge und 2 Centimeter Durchmesser einnehmen, so waren hiermit die inneren Abmessungen der Cylinder bestimmt. Die Wanddicke der Cylinder ergab sich ebenfalls durch empirische Versuche, aus welchen folgte,

dafs gerade bei 8^{mm} Wanddicke die Cylinder ohne Feuererscheinung zersprangen, also der gemachten Bedingung gemäfs auch die Schiefswolle in dem Moment angebrannt war, wo der Cylinder zersprang. Eines eigenthümlichen Umstandes mufs ich bei dieser Gelegenheit erwähnen, der mir bei Bestimmung der Wanddicke der Cylinder auffiel und der zur Charakteristik der Schiefswolle beitragen dürfte. Ich habe nämlich zur genannten Untersuchung der Reihe nach Cylinder von 4^{mm}, 6^{mm} und 8^{mm} Wanddicke mit Schiefswolle gefüllt und in einer Grube gesprengt. Obgleich die Cylinder von 4^{mm} und 6^{mm} verhältnismäfsig eine gröfsere Schiefswoll-Ladung enthielten, waren deren Sprengstücke doch bedeutend gröfser als jene der Cylinder von 8^{mm} Wandstärke. Erstere wurden oft nur der Länge nach gespalten, ihr Deckel und Boden blieb unversehrt, während die Sprengstücke der Cylinder von 8^{mm} Wanddicke kaum gröfser waren als Haselnüsse.

Statt der eben beschriebenen Sprenggefäfsse könnte man ebenso gut und vielleicht entsprechender den chemischen Laboratorien solche aus Glas herstellen. Man nimmt sehr starkwändige Glasröhren und kittet an beiden Enden luftdicht Korke ein, nachdem man einen derselben mit der galvanischen Zuleitung und dem Platindrähtchen versehen hat. Die Länge der Gefäfsse und deren Wanddicke kann sodann der Gasmenge und dem gewünschten Widerstand entsprechend geregelt werden.

Die qualitative Analyse der unter den oben beschriebenen Umständen erhaltenen Verbrennungsproducte der Schiefswolle ergab: Kohlenoxyd, Kohlensäure, Stickstoff, Wasserstoff, Grubengas und eine Spur einer schwefelhaltigen Gasart (wahrscheinlich eine Schwefelkohlenstoffverbindung), welche ihrer geringen Menge wegen der Analyse entging und nur durch den Geruch wahrgenommen werden konnte. Diese rührt vermuthlich von der der Schiefswolle anhaftenden Spur von Schwefelsäure her, welche als solche entweder dem Auswaschen entging oder durch das nach-

malige Auslaugen in Pottasche als schwefelssaurer Salz zurückblieb.

Die quantitative Gasanalyse wurde nach dem folgenden Absorptions- und Verbrennungs-Analysen-Schema vorgenommen:

Absorptions-Analyse.

	Vol.	Druck	Temp. u.	Vol. bei 0°
Anfangsvolumen	114,78	0,6242	19,1	66,94
Nach Absorption der CO ₂	84,88	0,6048	20,2	47,81

Verbrennungs-Analyse

	Vol.	Druck	Temp. u.	Vol. bei 0°
Anfangsvolumen	159,38	0,3144	19,8	46,72
Nach Zusatz von Luft	238,48	0,4108	19,4	87,75
Nach Zusatz von Sauerstoff	293,77	0,4436	18,7	121,98
Nach der Explosion	248,16	0,3954	19,1	91,71
Nach Absorpt. d. Kohlensäure	181,12	0,3504	19,5	59,19
Nach Zusatz von Wasserstoff	251,65	0,4344	21,6	101,32
Nach der Explosion	174,85	0,3389	20,4	55,15

Die Menge der Kohlensäure ergibt sich aus der Absorptions-Analyse = 19,13. Der Stickstoff, auf bekannte Weise gefunden, beträgt 11,37 Vol. Die brennbaren Gase bestimmen sich aus den bereits bei der Analyse in der Torricelli'schen Leere erwähnten Formeln zu Kohlenoxyd $= P_1 - \frac{2P_2 - P}{3} = 26,01$, Grubengas $= \frac{2P_2 - P}{3} = 6,51$, Wasserstoff $= P - P_1 = 2,83$, wobei $P = 35,35$, $P_1 = 32,52$, $P_2 = 27,44$. Die bei der Untersuchung verwendete Schiefswolle entsprach der Formel C₂₄ H₁₇ N₈ O₃₈, wonach sowohl das directe nicht durch den Versuch zu bestimmende Wasser, als auch die abgeschiedene Kohle zu finden sind.

Es besteht sonach der Schiefswollgas-Complex aus:

	dem Volumen	dem Gewichte nach
Kohlenoxyd	28,95 ^{cc}	29,97 ^{gr}
Kohlensäure	20,82	33,86
Grubengas	7,24	4,28
Wasserstoff	3,16	0,24
Stickstoff	12,67	13,16
Kohlenstoff	1,82	1,62
Wasserdampf	25,34	16,87
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Wie oben erwähnt wurden die Sprenggefäße mit 10 Grammen Schiefswolle gefüllt, welche einer genauen Messung zu Folge ein Gasquantum von 5740^{cc} bei 0° und 1^m Druck lieferten. Der Inhalt der Bombe ist nämlich bei 16° und 0,7382^m Druck 5292^{cc}; die bis zu diesem Druck ausströmende Gasmenge betrug 2939^{cc}, folglich gaben 10 Gramme Schiefswolle 8231^{cc} bei 16° und 0,7382^m Druck. Berechnet man aus den Resultaten der Analyse das Gasquantum so ergibt sich, daß 10 Gramme Schiefswolle 5764,2^{cc} Verbrennungsgase liefern, was mit der wirklichen Messung genügend übereinstimmt.

Vergleicht man die Resultate der eben beschriebenen Analyse mit jenen der obigen in Torricelli's Leere ausgeführten, so ergibt sich:

- 1) daß die Verbrennungsgase in beiden Fällen wegen ihres großen Gehalts an Kohlenoxyd brennbar sind;
- 2) daß die im luftleeren Raum erzeugten Gase eine bedeutende Menge Stickoxydgas enthalten, während beim Verbrennen der Schiefswolle unter dem richtigen Widerstande die Stickstoffverbindung zu Gunsten der im Grubengas vorkommenden Kohle und und des Wasserstoffs desoxydirt wird, und hiedurch eine Vermehrung des Kohlenoxyds, der Kohlensäure, des Wassers und eine Abscheidung freien Wasserstoffs veranlaßt. Hieraus folgt, daß die rothen, sogenannten Schiefswolldämpfe niemals auftreten können, wenn die ganze Schiefswolle in dem Augenblick abgebrannt

ist, wo sie den ihr gesetzten Widerstand zu beseitigen beginnt.

Beide Thatsachen haben bei der Verwendung der Schiefs-
wolle zu Sprengwirkungen eine praktische Bedeutung.

Analyse der Verbrennungsproducte des Schießpulvers.

Nachdem die Verbrennung der Schiefswolle unter Umständen wie sie bei Minen vorkommen, von so entschiedenem Einfluß auf die Verbrennungsproducte derselben ist, erschien es vollkommen gerechtfertigt zu untersuchen, wie sich das Schießpulver unter solchen Umständen benehme. Leider konnte ich, da meine Untersuchungen militärischen Zwecken gewidmet waren, nur das österreichische Gewehr- und Geschützpulver analysiren und somit kann man nur einen oberflächlichen Vergleich mit den Resultaten vom Prof. Bunsen anstellen, welche sich bekanntlich auf frei abbrennendes Jagdpulver beziehen.

Das Verbrennen des Schießpulvers geschah in ganz derselben Art und Weise in der luftleergepumpten Bombe, wie das Verbrennen der Schiefswolle, mit dem Unterschiede jedoch, daß wegen der geringeren Wirkung des Pulvers und um ein gleich großes Quantum Gas zu erhalten, der Ladungsraum der Sprenggefäße größer, hingegen die Wanddicke derselben kleiner seyn mußte als wie bei den Sprenggefäßen der Schiefswolle. Die Aushöhlung des Deckels wurde mit Mehlpulver angefüllt.

Die Zusammensetzung der genannten, zur Untersuchung verwendeten zwei Pulversorten kann aus folgenden Analysen berechnet werden.

Geschützpulver. 4,5487 Gramme Geschützpulver gaben 3,3562 Gramme Salpeter und 1,1923 Gramme in Wasser unlöslichen Rückstand. Schwefelkohlenstoff löste 0,5823 Schwefel. Der Rest war 0,6100 Gramme Kohle.

Gewehrpulver. 8,8653 Gramme Pulver hatten 6,8408 Gramme Salpeter, der Rückstand von 2,0245 Grammen enthielt 0,765 Gramme Schwefel, und es blieben 1,2595 Gramme Rückstand an Kohle.

Die organische Analyse der vom Schwefel gänzlich befreiten Kohle ergab:

Für das Geschützpulver:

Kohlenstoff	81,2
Wasserstoff	2,865
Sauerstoff	13,599
Asche	2,336
	<hr/> 100,000

Für das Gewehrpulver:

Kohlenstoff	82,9
Wasserstoff	2,99
Sauerstoff	12,14
Asche	1,97
	<hr/> 100,000

Hieraus ergibt sich die procentische Zusammensetzung der beiden Pulvergattungen wie folgt:

Geschützpulver.

Salpetersaures Kali	73,78	} Kohle
Schwefel	12,80	
Kohlenstoff	10,88	
Wasserstoff	0,38	
Sauerstoff	1,82	
Asche	0,31	
	<hr/> 100,00	

Gewehrpulver.

Salpetersaures Kali	77,15	} Kohle
Schwefel	8,63	
Kohlenstoff	11,78	
Wasserstoff	0,42	
Sauerstoff	1,79	
Asche	0,28	
	<hr/> 100,00	

Während das von Bunsen und Schischkoff untersuchte Jagdpulver zusammengesetzt war aus:

Salpetersaurem Kali	78,99	
Schwefel	9,84	
Kohlenstoff	7,69	
Wasserstoff	0,41	Kohle
Sauerstoff	3,07	
Asche	0,00	
	100,00	

Zur qualitativen Analyse der Verbrennungsproducte wurden zwei Cylinder mit den zwei Pulvergattungen gefüllt, luftdicht verschlossen und nacheinander auf die bekannte Weise in der luftleergepumpten Bombe zur Explosion gebracht.

Für beide Pulvergattungen ergab sich an festem Rückstand: 1) Schwefelsaures Kali, 2) Kohlensaures Kali, 3) Unterschwefligsaures Kali, 4) Anderthalb kohlensaures Ammoniak, 5) Schwefel, 6) Kohle, 7) Schwefel-Kalium. Letzteres zeigte sich in dem Gewehrpulver nur in äußerst geringen Spuren.

Die gasförmigen Verbrennungsproducte bestanden aus: 1) Stickstoff, 2) Kohlensäure, 3) Kohlenoxyd, 4) Wasserstoff, 5) Schwefelwasserstoff, 6) Grubengas und einer sehr geringen Menge einer Schwefelkohlenstoffverbindung, welche durch den Geruch deutlich als die bei den Schiefswollgasen bereits erwähnte Verbindung zu erkennen war. Der ganze Gascomplex ist farblos und mit keinerlei Rauch oder Dampf erfüllt.

a) Geschützpulver.

Zur quantitativen Bestimmung der Verbrennungsproducte wurden 36,8366 Gramme verwendet.

Das in drei Absorptionsröhren eingeleitete Gas betrug 75,3^{cc}, das aus der Bombe bis zum äußeren Luftdruck ausströmende Gas betrug 5480,7^{cc} bei 16° C. und 0,749^m Druck, die Bombe faßt unter diesen Umständen 5216^{cc}, daher lieferte obiges Pulverquantum 7621,9^{cc} Gas bei 0° und 1^m Druck.

Die Absorptions-Analyse ergab:

	Vol.	Druck	Temp.	n. 1 ^m Dr.
Vol. bei 0°				
Anfangsvolumen	90,72	0,6028	16,2	51,63
Nach Absorpt. d. CO ₂ u. SH	53,71	0,5705	14,3	29,12

Aus der Titirung der Kalikugel mit Iodlösung ging hervor, daß dem Schwefelwasserstoff 0,44 Theilstriche entsprachen, daß obige 51,63 Volumina aus 0,44 Vol. Schwefelwasserstoff, 22,07 Vol. Kohlensäure und aus 29,12 Vol. Stickstoff und brennbaren Gasen bestehen.

Die Verbrennungsanalyse des von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff befreiten und in's Endiometer übergefüllten Gases ging nach folgendem Schema vor sich:

	Vol.	Druck	Temp.	n. 1 ^m Dr.
Vol. bei 0°				
Anfangsvolumen	113,26	0,2729	15,6	28,8
Nach Zusatz von Luft	183,36	0,3494	16,8	60,36
Nach Zusatz von Sauerstoff	204,32	0,4295	16,4	71,79
Nach der Explosion	185,62	0,3522	15,4	61,89
Nach Absorption der CO ₂	167,90	0,3476	15,1	55,31
Nach Zusatz von H	224,67	0,4068	16,2	86,30
Nach der Explosion	166,38	0,3355	15,7	52,79

Bei Anwendung der bereits bei der Analyse der Schießwolle erwähnten Formeln der gasometrischen Methoden, welche sich auf das qualitativ gleiche Gas beziehen, ergeben sich die Werthe für Kohlenoxyd = 5,21, Wasserstoff = 3,03, Grubengas = 1,38 und Stickstoff = 19,18.

Es besteht somit das Gesamtgas auf 100 gerechnet aus:

42,74	Vol. Kohlensäure
0,86	» Schwefelwasserstoff
10,19	» Kohlenoxyd
2,70	» Grubengas
5,93	» Wasserstoff
37,58	» Stickstoff
100,00	

Zur Bestimmung der festen Rückstände wurden dieselben, nach Entfernung des Pulvergases, in der Bombe mit

heißem Wasser aufgenommen und durch einen am Boden derselben befindlichen Hahn *f* abgelassen und rasch filtrirt. Die Resultate der Analyse habe ich in folgender Weise gewonnen:

1. *Schwefelkalium*. Die gesammte filtrirte Flüssigkeit wurde in drei großen Kochflaschen mit gut ausgeglühtem Kupferoxyd durch einige Tage behandelt, hierauf abfiltrirt und der Rückstand in rauchender Salpetersäure gelöst. Mit salpetersaurem Baryt versetzt gab er 0,1015 Grm. schwefelsauren Baryt, was 0,0478 Grm. Schwefelkalium in dem Rückstand von 36,8366 Grm. Pulver entspricht.

Die vom Kupferoxyd abfiltrirte Flüssigkeit ist zum Behufe weiterer Untersuchung auf 6 Litres ergänzt worden.

2. *Kohlensäure*. Ein Litre dieser Flüssigkeit mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt, gab einen Niederschlag, bestehend aus kohlensaurem Silberoxyd und Schwefelsilber. Mit Ammoniak behandelt löste sich das kohlensaure Silberoxyd, wurde durch ein genau gewogenes Filter vom Schwefelsilber abgetrennt und aus dem Filtrat mittelst Chlorwasserstoffsäure als Chlorsilber gefällt. Das Gewicht des letzteren betrug 3,0475 Grm., was 0,4687 Grm. gebundene Kohlensäure entspricht; also kommen der ganzen Menge des Rückstandes 2,8126 Grm. gebundene Kohlensäure zu.

Zur Controle ist die Kohlensäure mit Manganchlorür bestimmt worden, indem 1 Litre der Flüssigkeit, mit einer Lösung von zuvor geschmolzenem Manganchlorür versetzt, kohlensaures Manganoxydul als unlöslichen Niederschlag fällte, welcher in einem Kohlensäureapparat nach dem Verreiben der Kohlensäure und wiederholtem Erwärmen bis zum Kochen einen Gewichtsverlust von 0,4722 Grm. an entwichener Kohlensäure ergab, entsprechend dem gesammten Rückstand 2,8337 Grm. gebundene Kohlensäure.

3. *Unterschwefligsaures Kali*. Das sub 2 auf einem gewogenen Filter gesammelte Schwefelsilber wog nach dem Trocknen bei 120° 0,2261 Grm., welche 0,1733 Unterschwefligsaurem Kali entsprechen; der ganze Pulverrückstand enthielt daher 1,0400 Grm. Unterschwefligsaures Kali.

Die Bestimmung des unterschwefligsauren Kali wurde auch nach Bunsen's Angabe mittelst Titrirung gemacht, wozu 1 Litre Lösung mit Essigsäure schwach angesäuert und mit Stärke versetzt bis zur blauen Färbung mit einer Iodlösung von bestimmten Gehalte titirt wurde. Ein Litre erforderte 22,57^{cc} Iodlösung, folglich enthielt nach der Formel $s = \alpha \frac{2 \text{ KO, S}_2\text{O}_3}{J} = t$, worin $t = 22,57$, $\alpha = 0,00517$, dieses Litre 0,1746 Grm. unterschwefligsaures Kali und der gesammte Rückstand 1,0476 Grm. dieses Salzes.

4. *Anderthalb kohlenaures Ammoniak.* Nach der von Bunsen angedeuteten Methode wurde $\frac{1}{4}$ Litre der Flüssigkeit mit Aetzkali gekocht, das Destillat in eine Salzsäurelösung von bekanntem Gehalte geleitet und die hierbei nicht zu Chlorammonium umgewandelte Salzsäure mit einer titirten Ammoniaklösung bestimmt. Ich fand $\alpha = 0,04853$, die Menge der angewandten Salzsäure, $t = 19,87$ die Anzahl Bürettengrade einer Ammoniakflüssigkeit, welche ein der angewandten Salzsäure gleiches Volumen Salzsäure mit $t' = 41,30$ Bürettengraden sättigte. Bei Anwendung der Formel $x = \frac{2(\text{NH}_4\text{O})3\text{CO}_2}{2\text{HCl}} \frac{\alpha(t' - t)}{t}$ fand ich das in einem Viertel-Litre der ursprünglichen Flüssigkeit enthaltene anderthalb kohlenaure Ammoniak $= 0,041275$ Grm. Somit entsprechen dem ganzen Quantum des angewandten Geschütz-pulvers 0,9908 Grm. anderthalbkohlensaures Ammoniak.

5. *Kohlensaures Kali.* Zieht man die dem anderthalb-kohlensauren Ammoniak entsprechende Menge Kohlensäure $= 0,5541$ Grm. von der sub 3 gefundenen Gesammtmenge $= 2,8337$ Grm. ab, so bleibt die dem kohlensauren Kali entsprechende Menge $= 2,2796$ Grm. Es enthält somit der Rückstand des ganzen Pulvers 7,1498 Grm. kohlensaures Kali.

6. *Schwefelsaures Kali.* Ein Litre der Flüssigkeit mit Chlorbaryum versetzt, gab 3,0244 Grm. schwefelsauren Baryt, was 2,2683 Grm. schwefelsaurem Kali für 1 Litre Flüssigkeit und 13,6100 Grm. für den ganzen Rückstand entspricht.

7. **Kali.** Zur Bestimmung der Gesamtmenge des in den verschiedenen Salzen enthaltenen Kalis wurde 1 Litre mit Schwefelsäure vorsichtig zur Trockne eingedampft und in der Platinschale heftig geglüht. Es enthielt letztere 3,8466 Grm. schwefelsaures Kali entsprechend 2,0786 Grm. Kali. 100 Grm. Geschützpulver enthalten somit 33,85 Grm. Kali, was dem Resultat der Analyse über die Zusammensetzung des Geschützpulvers sehr nahe steht.

Nachdem aus der directen Beobachtung gefunden wurde, daß 36,8366 Grm. Geschützpulver 7621,9^{cc} Gas liefern, so läßt sich dem entsprechend die Zusammensetzung der Verbrennungsproducte dieses Pulvers wie folgt zusammenstellen:

Schwefelsaures Kali	13,61
Kohlensaures Kali	7,14
Unterschwefligsaures Kali	1,04
Schwefelkalium	0,04
Kohle	0,94
Schwefel	1,73
Anderthalbkohlensaures Ammoniak	0,99
Stickstoff	3,60
Kohlensäure	6,40
Kohlenoxyd	0,97
Wasserstoff	0,04
Schwefelwasserstoff	0,10
Grubengas	0,15
Verlust	0,07
	36,83

wohei Schwefel und Kohle aus dem Abgang berechnet wurden.

b) Gewehrpulver.

Zur Verbrennung sind 34,153 Grm. Gewehrpulver verwendet worden.

Das Mengenverhältniß der gasförmigen Verbrennungsproducte ergab sich aus folgenden gaometrischen Versuchen.

Absorptions-Analyse:

	Vol.	Druck	Temp.	Vol. bei 0° u. 1 ^m Dr.
Anfangsvolumen	136,94	0,6331	22,1	80,21
Nach Absorption des CO ₂ u. SH	75,04	0,5824	21,9	40,46

Titirt man die Auflösung der Kalikugel mit Iodlösung, so findet man, daß dem Schwefelwasserstoff 0,535 Theilstriche entsprechen, wornach das obige Pulvergasquantum zusammengesetzt ist, aus

Kohlensäure	39,22
Schwefelwasserstoff	0,53
Brennbaren Gasen und Stickstoff	40,46
	<u>80,21</u>

Die Verbrennungsanalyse mit dem übergefüllten Gase ging wie folgt, vor sich:

	Vol.	Druck	Temp.	Vol. bei 0° u. 1 ^m Dr.
Anfangsvolumen	120,12	0,3432	20,4	38,36
Nach Zusatz von Luft	198,51	0,4263	20,3	78,77
Nach Zusatz von Sauerstoff	230,33	0,4478	20,5	93,89
Nach der Explosion	201,14	0,4323	19,6	81,47
Nach Absorption der CO ₂	189,46	0,4276	21,0	75,23
Nach Zusatz von H	261,02	0,4817	21,2	116,66
Nach der Explosion	174,20	0,4130	18,3	67,43

Wendet man die bereits angedeuteten, einem aus Kohlenoxyd, Grubengas und Wasserstoff bestehenden Gascomplex entsprechenden Formeln an, so findet man:

Kohlenoxyd = 3,95, Grubengas = 2,29, Wasserstoff = 5,24 und Stickstoff = 26,88.

Somit enthielt das Gewehrpulvergas in 100 Volumtheilen:

Kohlensäure	48,90
Schwefelwasserstoff	0,67
Kohlenoxyd	5,18
Grubengas	3,02
Wasserstoff	6,90
Stickstoff	<u>35,33</u>
	100,00

Die festen Rückstände dieses Pulvers wurden wie bei dem Geschützpulver aus der Bombe mit heißem Wasser entfernt und die abfließende Flüssigkeit rasch filtrirt.

Der Gang der Analyse war folgender:

1. *Schwefelkalium*. Das ganze Quantum der eben genannten Flüssigkeit wurde mit einer genügenden Quantität gut ausgeglühtem Kupferoxyd versetzt und in drei wohlverschlossenen Flaschen bei öfterem Umschütteln aufbewahrt, sodann abfiltrirt. Der Niederschlag in rauchender Salpetersäure gelöst, gab eine Flüssigkeit in welcher salpetersaurer Baryt keinen Niederschlag hervorbrachte, somit war kein Schwefelkalium in den festen Rückständen.

2. *Kohlensäure*. Die von Kupferoxyd abfiltrirte Flüssigkeit ist wie beim Geschützpulver auf 6 Litres ergänzt worden, in einem derselben mit einer Lösung von geglühtem Manganchlorür der Niederschlag kohlen-saures Manganoxydul erzeugt und die Kohlensäure in einem Kohlensäureapparat aus dem Gewichtsverlust bestimmt. Es entwichen 0,4616 Grm. Kohlensäure gebunden an Kali und Ammoniak. Dem ganzen Rückstand entsprechen hiernach 2,7701 Grm. gebundene Kohlensäure.

3. *Anderthalb kohlen-saures Ammoniak*. Ein Viertel-Litre Flüssigkeit nach der beim Geschützpulver angedeuteten Methode mit Aetzkali behandelt, gab die Werthe:

$$\alpha = 0,05783, \quad t = 22,09, \quad t' = 36,75$$

für die Formel

$$x = \frac{3(\text{CO}_2)2(\text{NH}_4\text{O})}{2\text{HCl}} \cdot \frac{\alpha(t-t')}{t'}$$

wornach einem Viertel-Litre 0,037825 Grm. anderthalbkohlen-saures Ammoniak entsprechen, daher im ganzen Rückstand 0,908, $3(\text{CO}_2)2(\text{NH}_4\text{O})$ enthalten sind.

4. *Kohlen-saures Kali*. Nach Abzug der an Ammoniak gebundenen Kohlensäure von der sub 2 gefundenen erhält man 0,3770 Grm. an Kali gebundene Kohlensäure, entsprechend 7,096 Grm. kohlen-saures Kali.

5. *Unterschweflig-saures Kali*. Ein Litre mit Essigsäure und Stärke versetzt, brauchte 13,03^{cc} Iodlösung zur Bläuung

nach der Formel $s = \alpha \frac{2S_2O_8 \cdot KO}{J} t$, worin $\alpha = 0,00517$ und $t = 13,03$ gefunden wurde, enthält es daher 0,1008 Grm. unterschwefligsaures Kali, dem entsprechend im ganzen Rückstand 0,6050 Grm. unterschwefligsaures Kali enthalten sind.

6. *Schwefelsaures Kali.* Ein Litre mit Chlorbaryum versetzt gab 2,7453 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 2,059 Grm. schwefelsaurem Kali; im Rückstand waren also 12,354 Grm. schwefelsaures Kali.

7. *Kali.* In einem Litre wurde das Kali an Schwefelsäure gebunden. Bis zur Trockne abgedampft und heftig geglüht enthielt die Platinschale 3,7641 Grm. schwefelsaures Kali, entsprechend 2,0335 Grm. Kali. Im ganzen Rückstand waren somit 12,2010 Grm. Kali enthalten, welche sehr nahe der Salpetermenge des ursprünglichen Pulvers entsprechen, wie aus der Analyse der Bestandtheile des Pulvers zu ersehen ist.

Aus diesen Resultaten sowie aus jenen der Gasanalyse, da die directe Messung dargethan hat, daß 34,153 Grm. Geschützpulver 7738^{cc} Gas entwickeln, läßt sich das Schema über die Verbrennungsproducte des Gewehrpulvers wie folgt zusammenstellen:

Schwefelsaures Kali	12,354
Kohlensaures Kali	7,096
Unterschwefligsaures Kali	0,605
Kohle	0,887
Schwefel	0,397
Anderthalb kohlensaures Ammoniak	0,908
Stickstoff	3,432
Kohlensäure	7,442
Kohlenoxyd	0,504
Wasserstoff	0,047
Schwefelwasserstoff	0,079
Grubengas	0,167
Verlust	0,237
	<hr/> 34,153

Wir wollen nun die bisher gewonnenen Resultate der Verbrennungsproducte beider Pulvergattungen unter sich als mit jenen von Prof. Bunsen und Schischkoff bei der Analyse des Jagdpulvers veröffentlichten Resultaten vergleichen, wozu folgende übersichtliche Zusammenstellung dienlich seyn wird.

I. Zusammensetzung.

	Jagd- pulver	Gewehr- pulver	Geschütz- pulver
Salpetersaures Kali	78,99	77,15	73,78
Schwefel	9,84	8,63	12,80
Kohlenstoff	7,69	11,78	10,88
Wasserstoff	0,41	0,42	0,38
Sauerstoff	3,07	1,79	1,82
Asche	0,00	0,28	0,31
	100,00	100,00	100,00

II. Verbrennungs-Gase in Volumenprocenten

Stickstoff	41,12	35,33	37,58
Kohlensäure	52,67	48,90	42,74
Kohlenoxyd	3,88	5,18	10,19
Wasserstoff	1,21	6,90	5,93
Schwefelwasserstoff	0,60	0,67	0,86
Sauerstoff	0,52	—	—
Grubengas	—	3,02	2,70
	100,00	100,00	100,00

III. Sämmtliche Verbrennungsproducte dem Gewichte nach.

Schwefelsaures Kali	42,27	36,17	36,95
Kohlensaures Kali	12,64	20,78	19,40
Unterschwefligsaures Kali	3,27	1,77	2,85
Schwefelkalium	2,13	—	0,11
Schwefelcyankalium	0,30	—	—
Salpetersaures Kali	3,72	—	—
Kohle	0,73	2,60	2,57
Schwefel	0,14	1,16	4,69
Anderthalbkohlens. Ammoniak	2,86	2,66	2,68
Stickstoff	9,98	10,06	9,77
Kohlensäure	20,12	21,79	17,39
Kohlenoxyd	0,94	1,47	2,64
Wasserstoff	0,02	0,14	0,11
Schwefelwasserstoff	0,18	0,23	0,27
Sauerstoff	0,14	—	—
Grubengas	—	0,49	0,40
Verlust	—	0,68	0,19
	100,00	100,00	100,00
Gasmenge per Grm. Pulver	190	226,59	206,91.

Ein Vergleich dieser Resultate ergibt wohl auf den ersten Blick, daß im Wesentlichen die Verbrennungsproducte beim Pulver von der Art wie ihre Verbrennung geschieht, wenig abhängig sind; daß aber die Zusammensetzung des Pulvers von Einfluß ist, mag schon daraus zu entnehmen seyn, daß bei Bunsen's Pulver, welches viel Salpeter enthält, im Rückstand gegen 4 Proc. Salpeter wieder zu finden sind, sowie anderseits im Rückstand des Geschützpulvers, welches weniger Salpeter enthält, nahezu 7 Proc. Schwefel und Kohle unverbrannt abgeschieden wurden. Auffallender noch ist die Einwirkung der Dosirung auf die gasförmigen Verbrennungsproducte. Man sieht daß

dort, wo der reducirende Körper überwiegend ist, auch die Verbrennung des Kohlenstoffs unvollkommener vor sich geht. Während die Gase des Jagdpulvers nur 3 Proc. Kohlenoxyd enthalten, hat das Geschützpulvergas gegen 10 Proc. dieser Gasart, in demselben Sinne wächst auch die Quantität des Wasserstoffs und des Grubengases, so daß das Geschützpulver gegen 20 Proc. brennbare Gase enthält. Es darf daher gar nicht Wunder nehmen, wenn man, wie es der Versuch gezeigt hat, die Gase des Geschützpulvers, wie jene der Schießwolle mit einem brennenden Span anzünden kann.

Es dürfte vielleicht keiner Schwierigkeit unterliegen, aus den Ergebnissen der Analyse den Weg zu einer richtigen Dosirung des Pulvers anzubahnen, — doch zieht es die Praxis vor in dieser Hinsicht ihren eigenen empirischen Weg zu wandeln. Jedenfalls mögen jedoch diese Ergebnisse als neuer Beleg gelten für die Unrichtigkeit der in vielen chemischen Lehrbüchern und beinahe allen artilleristischen Anstalten verbreiteten Ansicht: das Pulver müsse bei der Verbrennung zu Schwefelkalium, Kohlensäure und Stickstoff zerfallen. Wenn die Praxis keine anderen zwingenden Gründe zur Basis ihrer Dosirung besitzt als wie die Möglichkeit, daß diese Verbrennungsproducte entstehen können, so ist es gewiß gerechtfertigt durch experimentelle Untersuchungen beweisen zu wollen, daß diese Verbrennungsproducte selbst unter den Verhältnissen wie die Verbrennung in der Praxis geschieht, niemals allein entstehen können, ja daß sogar eins derselben, das Schwefelkalium, in vielen Fällen gar nicht entsteht.

Die Analyse des Pulvers zeigt, daß bei dessen Verbrennung ein Gas entsteht, welches im Rückstand gegen 4 Proc. Salpeter wie-der zu finden war, sowie auch ein Gas, welches im Rückstand des Geschützpulvers, welches weniger Salpeter enthält, nahezu 7 Proc. Schwefel und Kohle unverbrennt abgeblieben war. Aufschneider nach in die Kinnung der Dosirung auf die gasförmigen Verbrennungsproducte. Man sieht also

IV. *Ueber die Schmelzung des kohlen-säuren Kalkes
und Darstellung künstlichen Marmors;*
von Gustav Rose.

In einer früheren Abhandlung ¹⁾ hatte ich die Versuche angegeben, die von mir angestellt waren, um den kohlen-säuren Kalk in der Form des Kalkspaths auf trockenem Wege darzustellen. Ich hatte dazu mehrere Methoden eingeschlagen, die aber alle nicht die gewünschten Resultate gegeben hatten. Ich hatte zuerst kohlen-saures Kali-Natron und Chlorcalcium in einem Platintiegel über der Gaslampe geschmolzen. Die Masse ist, so lange sie im geschmolzenen Zustande erhalten wird, klar, wird aber beim Erkalten weiß und undurchsichtig, indem sie sich nun in kohlen-sauren Kalk und Chlornatrium zersetzt. Löst man aber das gebildete Chlornatrium und das überschüssig zugesetzte kohlen-saure Kali-Natron oder Chlorcalcium in Wasser auf, so bleibt der kohlen-saure Kalk pulverförmig zurück, der wie die Untersuchung unter dem Mikroskop beweist, aus kleinen feinen Kügelchen besteht, also amorph, oder im Zustande der Kreide ist. Läßt man ihn einige Zeit unter dem Wasser stehen, so ändert er sich wohl in kleine Rhomboëder um, aber diese sind nur eine sekundäre Bildung, sie sind als solche nicht ausgeschieden, was noch dadurch bewiesen wird, daß wenn man die geschmolzene Masse in heißem Wasser auflöst, die Kügelchen sich fast augenblicklich in Aragonit umändern; die dann freilich wieder nach dem Erkalten des Wassers allmählig die Form des Kalkspaths annehmen.

Dasselbe Resultat erhält man auch, wenn man in das geschmolzene Kali-Natron kohlen-sauren Kalk in Pulverform oder in kleinen Kügelchen hineinwirft; er wird darin langsam und ruhig aufgelöst, und es zeigen sich nach dem Erkalten ganz dieselben Erscheinungen, wie bei dem vorigen

1) Vergl. Pogg. Ann. von 1860 Bd. 111, S. 156

Versuche. Man erhält auch hier nach dem Auflösen nur amorphen kohlensauen Kalk.

Ebenso erhält man nur diesen, wenn man oxalsauen Kalk bei schwacher Rothgluth in kohlensauen Kalk verwandelt. Der gebildete kohlensaure Kalk unterscheidet sich von dem auf die vorige Weise dargestellten nur dadurch, das er mit kaltem oder heissem Wasser begossen sich nicht in Kalkspath oder Aragonit umändert.

Dasselbe ist auch bei der Erhitzung des Aragonits der Fall; er zerfällt bei schwacher Rothgluth in ein gröbliches Pulver, und ändert sich dabei in amorphen kohlensauen Kalk um ¹⁾.

Durch freundliche Unterstützung des Hrn. Dr. Siemens war ich im Stande gewesen auch die Resultate einiger Schmelzversuche mit dem kohlensauen Kalk in verschlossenem Raume zu geben. Hr. Dr. Siemens hatte Schlammkreide in ein Stück eines Flintenlaufes gestampft, denselben hermetisch verschlossen und einer grossen Hitze ausgesetzt. Nach einiger Zeit hatte der Lauf einen Riss bekommen, woraus Kohlenoxydgas zu entweichen anfang, worauf er aus dem Feuer genommen wurde. Als nach dem Erkalten der Inhalt untersucht wurde, fand sich die Kreide an einigen Stellen der Oberfläche mit kaustisch gewordenem Kalk bedeckt, die innere Masse war aber chemisch unverändert geblieben, wie eine eigends deshalb angestellte Analyse bewies, und war auch mineralogisch nicht verändert, da wenn sie auch zusammengebacken war, und mehr Zusammenhalt bekommen hatte, sie unter dem Mikroskop doch noch dieselben Kügelchen wie vorher zeigte. Als bei einem zweiten Versuche Kalkspathstückchen genommen wurden, bekam auch diesmal der Flintenlauf nach einiger Zeit einen Riss, worauf auch hier der Versuch unterbrochen wurde. Nach dem Erkalten fand sich der Kalkspath auch hier an der

1) Man nimmt gewöhnlich an, das er sich dabei in Kalkspath umändere, doch geht aus allen Umständen hervor, das dies nicht Kalkspath, sondern amorpher kohlensaurer Kalk ist; wie dies noch bei einer anderen Gelegenheit bewiesen werden wird.

Oberfläche kaustizirt, im Innern war er aber ganz unverändert geblieben. Er verhielt sich also hier wie größere Stücke Kalkstein, die durch den Ofen gehen, ohne völlig durchgebrannt zu seyn; sie enthalten dann immer einen ganz unverändert gebliebenen Kern von Kalkstein, der scharf an der kaustisch gewordenen Hülle abschneidet.

Da die Kreide in dem ersten Versuche des Dr. Siemens nur zusammengebacken, sonst unverändert geblieben war, ich selbst durch Schmelzung nur kohlen sauren Kalk im amorphen Zustande erhalten hatte, so wurde ich dadurch veranlaßt anzunehmen, daß der kohlen saure Kalk durch hohe Temperatur sich in deutlich krystallinischen Kalkspath nicht umändern lasse, und sich überhaupt auf trockenem Wege nicht bilde, und es wurde mir wahrscheinlich, daß bei den früheren Versuchen, die James Hall und Buchholz in dieser Rücksicht angestellt hatten, sie die zusammengebackene sonst unverändert gebliebene Kreide für Marmor gehalten hatten. Dieselbe Meinung hatte schon vor mir, aus geologischen Gründen veranlaßt, Bischof ausgesprochen, ich sah sie nun durch meine Versuche bestätigt.

Indessen selbst noch nicht befriedigt durch die angestellten Schmelzversuche und angeregt durch Hrn. Dr. Horner, der bald nach den beschriebenen Versuchen nach Berlin gekommen war, und bei mir die erlangten Präparate gesehen, aber geäußert hatte, daß sie mit den von Hall dargestellten Präparaten, die er selbst gesehen habe, und die unfehlbar Marmor gewesen wären, gar nicht übereinstimmten, was er auch bald darauf in der Sitzung der geologischen Gesellschaft in London am 15. Febr. 1861 erklärte¹⁾, — hatte ich diese Versuche mit Hülfe des Hrn. Dr. Siemens fortgesetzt.

Ich hatte einen verschleißbaren Tiegel machen lassen, der aus einem etwa $\frac{3}{4}$ Zoll dicken und etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll langen

1) Address delivered at the anniversary meeting of the geol. Soc. of London on the 15. of Febr. 1861 by L. Horner, president of the Soc. p. 18.

Cylinder von weichem Eisen bestand, in welchem von einem Ende aus, parallel der Axe eine etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Höhlung bis etwa $\frac{1}{4}$ Zoll nach dem andern Ende gebohrt war, die wiederum durch eine aufgeschliffene Platte, ebenfalls von weichem Eisen mittelst dreier Schrauben, die durch die Platte in die Seiten des Tiegels gingen, verschlossen werden konnte, in welchen nun ein nach der Höhlung geschliffener möglichst genau passender Aragonitkrystall von Bilin in Böhmen gesteckt wurde. Da bei der Unmöglichkeit die atmosphärische Luft gänzlich auszuschließen, das Eisen durch das aus dem Aragonit in der Hitze sich entwickelnde kohlen saure Gas angegriffen werden, und das gebildete Kohlenoxydgas das Gefäß sprengen könnte, so gab Dr. Siemens, um die Berührung des Aragonits mit dem Eisen zu vermeiden, der Innenseite des Tiegels einen Ueberzug von Nickel, der auf galvanischem Wege darauf niedergeschlagen wurde; er liefs auch ferner noch zwei andere eiserne Tiegel machen, die sonst ähnlich vorgerichtet, wie der erstere, aber etwa $\frac{3}{4}$ Fufs lang waren; die hier viel längere Höhlung wurde nur an dem untern Ende mit einem Nickelüberzug versehen, und in sie wurde nun ausser einem Aragonitkrystall, um den übrigen Raum zu füllen, noch ein eiserner Dorn gesteckt, der an dem untern Ende auch vernickelt war. So wurden nun die drei Tiegel nach einander einem starken Schmiedefeuer ausgesetzt, zuerst der kleine Tiegel, dann die andern. Der erste Tiegel wurde in dem Feuer bald weifsglühend; als er aber nach etwa 10 Minuten von den Kohlen etwas entblöfst wurde, sah man einen feinen Strahl von Kohlenoxydgas herausbrennen, worauf er sogleich herausgenommen, und in Wasser abgelöscht wurde. Nun wurden die beiden andern Tiegel nach und nach ins Feuer gebracht und so gelegt, dafs das obere Ende derselben mit den Schrauben möglichst aus dem Feuer herausragte; auch wurde diefs Ende von Zeit zu Zeit mit Wasser gekühlt, um zu verhüten, dafs die Schrauben zu heifs und dadurch locker würden. Aber auch bei diesen Tiegeln bildete sich nach ziemlich derselben Zeit eine kleine

Oeffnung, woraus Kohlenoxydgas herausbrannte, worauf man sie auch aus dem Feuer nahm, und ohne sie in Wasser zu werfen, erkalten liefs.

Den folgenden Tag wurden die Tiegels zerschnitten, und der Inhalt untersucht. Bei den beiden ersten fand sich die Masse wohl an der Oberfläche mit etwas kaustisch gewordenen erdigen Kalk bedeckt, der sich auch etwas ins Innere hineinzog, sie selbst aber war *in den prächtigsten Marmor verwandelt*, im Ansehen dem kararischen Marmor ähnlich. Der Aragonit des dritten Tiegels schien vollkommen kaustisch geworden zu seyn, auch hatte das gebildete Kohlenoxydgas eine grofse Höhlung in dem Eisen gemacht, ich glaubte schon der Versuch wäre vollständig mislungen, als ich bei genauerer Untersuchung auch hier noch kleine Parthien zwischen dem kaustisch gewordenen Kalk sah, die wie der Aragonit in den andern Tiegeln vollkommen in Marmor umgewandelt waren.

Das ganze Ansehen des erhaltenen Marmors liefs über seine wahre Natur keinen Zweifel entstehen, dennoch wurden zur nöthigen Sicherheit noch einige Versuche damit angestellt. In Wasser gelegt veränderte er sich, nachdem er von dem wenigem anhängenden kaustischen Kalk befreit war, auch bei längerem Liegen gar nicht, in Chlorwasserstoffsäure gethan, lösten sich kleine Stückchen bis zuletzt mit Brausen auf, und eine dünn geschliffene Platte erschien unter dem Mikroskop freilich nicht so durchsichtig, wie der Marmor von Carara, die Zusammensetzungsflächen der körnigen Individuen erschienen viel schwärzer als bei diesen, zeigten sich ihnen aber sonst sehr ähnlich, und gaben im polarisirten Lichte Farben, wie man auch schon mit blofsen Augen die Spaltungsflächen des Kalkpaths in den körnigen Zusammensetzungstücken deutlich erkennen konnte.

Diese Versuche waren schon vor länger als einem Jahre angestellt; ich war durch andere Arbeiten genöthigt sie zu unterbrechen, ohne vorauszusehen, dafs die Unterbrechung so lange dauern würde. Auch waren sie eigentlich schon hinreichend, um zu beweisen, dafs der kohlen saure Kalk einer

stärken Hitze in einem verschlossenen Raum ausgesetzt, sich in rhomboëdrischen kohlensauen Kalk oder Marmor umändern läßt. Denn wenn die Versuche auch nur mit Aragonit angestellt waren, so ist derselbe doch kohlensaurer Kalk, wie der Kalkspath und die Kreide und was von einem gilt, gilt also auch vom andern. Indessen war es doch auch von Interesse zu sehen, wie sich Kalkspathkrystalle, dichter Kalkstein und Kreide in großer Hitze und bei grossem Druck verhalten, daher ich diese Versuche jetzt wieder aufnahm, und wie früher die freundliche, bereitwillige Unterstützung bei Dr. Siemens fand.

Ich wollte erst den Versuch mit deutlich krystallisiertem Kalkspath, dem isländischen Doppelspath, anstellen, hatte dazu einen ähnlichen Apparat wie früher machen lassen, den Dr. Siemens, weil doch die Ausfütterung der Höhlung mit Nickel nicht die Bildung von Kohlenoxydgas gänzlich verhindert hatte, mit Kupfer und darüber mit Gold belegte, aber dieser Versuch mißlang gänzlich. Gold, Kupfer, vielleicht auch Calcium, alles schmolz zu einer braunen Masse zusammen, von kohlensaurem oder kaustischem Kalk war nichts zu erkennen.

Da James Hall seine Versuche in Porcellanröhren gemacht hatte, so schien es zweckmäfsig sich auch dieser oder überhaupt der Porcellangefäße zu bedienen, und Dr. Siemens dachte dazu einen sehr zweckmäfsigen Apparat aus. Es wurde eine Flasche von unglasirtem Porcellan genommen, dessen Porcellanstöpsel noch besonders eingeschliffen wurde; in diese wurde ein Stück lithographischen Kalksteins hineingethan, und der übrige Raum der Flasche mit Schlammkreide, die fest eingestampft wurde, ganz angefüllt und mit dem Stöpsel verschlossen. Die Flasche wurde nun unter die Luftpumpe gesetzt, die noch in der Flasche befindliche Luft möglichst ausgepumpt; der Stöpsel darauf noch mit Wasserglas zugekittet, und die Flasche sodann mit Eisendraht fest zugeschnürt, und nun mit einer feuerfesten Thonmasse, die eine mehr als Zoll dicke Hülle um sie bildete, ganz umgeben. Nachdem die Thonmasse getrocknet war, wurde sie eine halbe Stunde lang der hef-

tigsten Weißglühhitze ausgesetzt. Dieser Versuch gelang vortrefflich, die Porcellanflasche war, nachdem sie aus dem Feuer genommen und erkaltet war, nicht im mindesten verletzt. Als das Wasserglas abgeklopft war, konnte der Stöpsel mit Leichtigkeit herausgenommen, und der Inhalt der Flasche untersucht werden. Die Kreide war fest und hart geworden, und konnte nur in Stücken herausgebracht werden, der Kalkstein hatte aber seine Form behalten, er löste sich meistens leicht von der Kreide ab, die nur stellenweise an ihm haften blieb. Er sah im Bruch nun gräulich weiß aus, und erschien mit der Lupe betrachtet ganz feinkörnig; die körnigen Zusammensetzungsstücke blitzten bei hellem Lichte in den verschiedenen Richtungen; er war sichtlich in seiner mineralogischen Beschaffenheit verändert und körniger geworden. In chemischer Hinsicht hatte er sich aber fast gar nicht verändert. In Wasser gelegt zerfiel er nicht, in Chlorwasserstoffsäure zersetzte er sich sogleich unter lebhaftem Brausen, und eine von Dr. Finkener in dem Laboratorium meines Bruders angestellte Analyse gab:

Kalkerde	56,61
Magnesia	0,41
Kohlensäure	42,37
Rückstand	0,45
	<hr/> 99,84

Da der reine kohlensaure Kalk 56,0 Proc. Kalk und 44,0 Kohlensäure enthält, so hatte hiernach der Kalkstein nur wenig von seiner Kohlensäure verloren. Die Kreide war schneeweiß geblieben, im Bruch erschien sie dicht und eine körnige Structur war eigentlich nicht zu sehen. Betrachtete man aber sehr kleine Splitter unter dem Mikroskop (bei 360maliger Vergrößerung), so waren sie an den Rändern durchsichtig, und zeigten nun eine körnige Structur ganz deutlich. Das Ansehen war durchaus verschieden von dem der frischen Kreide. In chemischer Hinsicht waren auch diese Stücke wenig verändert, sie waren in Wasser unlöslich, wurden von Chlorwasserstoffsäure sehr leicht

mit starker Gasentwicklung zersetzt und enthielten auch fast ihren vollständigen Kohlensäuregehalt; eine directe Bestimmung der Kohlensäure durch Hrn. Dr. Finkener gab 42,50 Proc., durch Glühen der Masse in freier Luft ergab sich ihre Menge zu 42,44 Proc. Man muß daher annehmen, daß auch die Kreide durch Glühen im verschlossenen Räume in Kalkspath umgeändert ist.

Da der Verschluss in der Porcellanflasche sich so gut bewährt hatte, so wurden noch zwei neue Versuche auf dieselbe Weise angestellt, der eine in derselben Flasche, der zweite in einer neuen; in die eine wurde wiederum ein Stück von lithographischem Kalkstein und in die andere von Isländischem Doppelspath gethan und beide mit Kreide umgeben. Um wo möglich einen körnigeren Marmor zu erhalten, wurden nun die in den Thon eingeschlossenen Flaschen nicht eine halbe Stunde, sondern drei Stunden in dem heftigsten Feuer erhalten. Dies hatte aber ganz den entgegengesetzten Erfolg. Der Kalkstein sowohl wie der Isländische Doppelspath waren nun schneeweiss geworden, die Stücke hatten wohl ihre Form behalten, waren aber in der Mitte der Flächen etwas eingesunken; der Bruch war eben, aber bei hellen Lampenlicht betrachtet, doch feinkörnig, die Härte hatte sich beträchtlich vermehrt. In Wasser gethan zerfielen Stücke davon nach einiger Zeit zu Pulver, und mit Salzsäure gekocht löste sich die Masse nur mit geringer Kohlensäureentwicklung auf. Hr. Dr. Finkener der auch diesen gebrannten Kalkstein auf meine Bitte analysirte, fand nun:

Kalkerde	89,90
Kohlensäure	1,98
Magnesia	0,75
Kali	0,82
Thonerde (etwas eisenhaltig)	3,65
Kieselsäure	3,54
	<hr/> 100,64

Der Kalkstein hatte also eine grosse Veränderung erlitten, die Kohlensäure war fast gänzlich fortgegangen, und

Thonerde, Kieselsäure auch etwas Kali waren aufgenommen, offenbar aus dem Porcellan der Flasche, obgleich der Kalkstein doch nicht in unmittelbare Berührung mit dem Porcellan gekommen war. Die Porcellanflasche war also bei der grossen Hitze und ihrer langen Dauer weich geworden und hatte die Gasarten entweichen lassen, eine Erfahrung, die die in dieser Hinsicht schon von Rééal und Minary gemachten Beobachtungen ¹⁾ bestätigt, worauf ich allerdings erst nach diesen Versuchen aufmerksam wurde.

Man sieht, dass diese Versuche mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sind; es ist zu schwer, ein Material zu finden, das in grosser Hitze dem Drucke von sich entwickelnden Gasarten gänzlich widerstehen kann, es geschieht immer nur bis zu einem gewissen Grade; über ihn hinaus darf man nicht gehen, weil sonst das Gefäss undicht wird, und unter ihm nicht viel zurückbleiben, weil man sonst Gefahr läuft gar keine Wirkung auf den kohlen sauren Kalk auszuüben. Es hängt daher gewissermassen nur vom Zufall ab, ob die Versuche glücken oder nicht. Dennoch ist dieses mehrere Male vollkommen gelungen, und diese Versuche sind hinreichend die von James Hall aus seinen Versuchen gezogenen Schlüsse zu bestätigen, *dass sich der kohlen saure Kalk bei grosser Hitze und Druck in Kalkspath umändern lasse und Marmor bilde.* Wenn bei unsern Versuchen der aus lithographischen Kalkstein und Kreide dargestellte Marmor noch feinkörniger als der kararische ist, so kommt der aus Aragonit dargestellte ihm ganz gleich und der Unterschied in dem Korn würde auch gewiss bei dem Kalkstein und der Kreide unter günstigen Umständen verschwinden. Ebenso scheint es nun auch wahrscheinlich zu seyn, dass aller Marmor, der als Lager im Glimmerschiefer oder im Thonschiefer vorkommt oder sich in der Nachbarschaft des Granits oder des Basaltes findet, durch Hitze umgeänderter dichter Kalkstein oder Kreide ist. Der Marmor, der sich in der Nachbarschaft der die Kreide von

1) Vergl. *Sur la porosité des tubes de porcelaine, Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'acad. des sc.* 1862, t. 54, p. 682.

Belfast in Irland durchsetzenden Basaltgänge findet, sieht ganz ebenso aus, wie der noch grau gebliebene lithographische Kalkstein.

Da es somit erwiesen ist; daß sich auch auf trockenem Wege Kalkspath bildet, so habe ich noch einige Versuche angestellt um zu sehen, ob er sich nicht auch schon auf dem früher von mir eingeschlagenem Wege darstellen liesse. Ich hatte damals nur das leichter schmelzbare Gemenge von 1 Atom kohlensauren Natron und 1 Atom kohlensaurem Kali genommen, ich wandte nun theils bloßes kohlensaures Natron oder das noch schwerer schmelzbare kohlensaure Kali an, nahm grössere Mengen und liesse, nachdem ich etwas kohlensauren Kalk oder Chlorcalcium zugesetzt hatte, und die Masse einige Zeit bei strenger Hitze in vollkommenen Flufs erhalten war, die Masse nur sehr langsam erkalten. Beim Auflösen der erkalteten Masse in kaltem Wasser sah ich unter dem Mikroskop aber auch nur kleine Kugeln von amorphem kohlensauren Kalk und keine Rhomboëder, die wohl bei längerem Stehen in der Flüssigkeit, durch Umänderung der kleinen Kugeln sich auch jetzt bildeten, aber nicht ursprünglich da waren. Es war mir aber nun nicht möglich durch Auflösung der geschmolzenen Masse in heissem Wasser Aragonit zu bilden; auch hier zeigten sich sogleich beim Auflösen untersucht kleine Kugeln, die durch weitere Erhitzung sich sehr bald in Rhomboëder umänderten, und doch lieferte ein Gegenversuch, wo ich kohlensaures Kali-Natron nahm und die geschmolzene Masse sehr schnell erkaltete und in heissem Wasser auflöste, sogleich kleine Prismen von Aragonit. Dieser Unterschied ist da, ob er nun darin zu suchen sey, daß die kleinen Kugeln wirklich Rhomboëder waren, die nur unter dem Mikroskop nicht zu erkennen waren, oder der bei zu grosser Hitze ausgeschiedene amorphe kohlensaure Kalk sich bei der Auflösung in heissem Wasser nicht mehr in Aragonit, sondern nur in Kalkspath umändert, muß ich dahin gestellt seyn lassen.

V. Ueber die Diathermansie trockner und feuchter Luft; von G. Magnus.

Zu meinem Bedauern sehe ich mich genöthigt auf einen Gegenstand zurück zu kommen, der nicht von hinreichender Bedeutung ist um eine wiederholte Behandlung zu rechtfertigen. Allein da die Methode, welche ich zur Bestimmung des Durchgangs der Wärme durch gasförmige Substanzen benutzt habe, angegriffen worden ist, da behauptet worden, daß sie keine zuverlässigen Resultate liefern könne, so hielt ich es um so mehr für Pflicht, dieselbe nochmals zu prüfen, als Hr. Tyndall bei meiner Anwesenheit in London im vergangenen Herbst die Güte hatte, mir einige nach seiner Methode ausgeführte Versuche zu zeigen, welche mit den von mir angestellten im Widerspruch zu stehen schienen.

Bekanntlich findet eine Differenz zwischen den Resultaten, welche Hr. Tyndall für die Absorption der strahlenden Wärme erhalten hat und den von mir gefundenen statt. Zwar haben wir beide, unabhängig von einander, nach zwei ganz verschiedenen Methoden, für fast alle Gase Werthe gefunden, die so weit mit einander übereinstimmen, als man es bei Messungen der Art erwarten kann, für die Absorption der trocknen Luft, im Vergleich zu dem luftverdünnten Raume, ist dagegen von mir ein viel größerer Werth erhalten worden, als von Hrn. Tyndall. Besonders aber weichen unsere Beobachtungen für die mit Wasserdampf bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Luft von einander ab. Denn während ich einen sehr kleinen Unterschied in dem Vermögen die Wärme durchzulassen zwischen trockner und feuchter Luft beobachtet habe, findet Hr. Tyndall 1) die Absorption durch feuchte Luft so groß, daß wenn die durch trockne Luft gleich Eins ge-

1) *Phil. Transactions for 1862 p. 89.*

setzt wird, die der nicht getrockneten Luft des Laboratoriums war:

am 23. October 1861	gleich	63
» 24. » » »	»	62
» 29. » » »	»	65
» 31. » » »	»	56
» 1. November » » »	»	50
» 4. » » »	»	58
» 8. » » »	»	49
» 12. » » »	»	62.

Hr. Tyndall benutzt bei seiner Methode zwei Wärmequellen, welche den beiden Seiten der mit ihren konischen Reflectoren versehenen Thermosäule gegenüber stehen; sie werden so lange verändert bis die Erwärmung beider Seiten der Säule gleich und folglich das Galvanometer nicht abgelenkt ist. Um dies zu erreichen befindet sich vor der einen Wärmequelle, welche man die compensirende nennen kann, und die aus einem mit kochendem Wasser gefüllten Würfel besteht, ein Schirm aus zwei parallelen Blechplatten, durch dessen Verschiebung die auf die Säule fallende Wärmemenge so regulirt wird, daß sie der, zu der entgegengesetzten Seite gelangenden, stets gleich ist.

Zwischen der Thermosäule und der Hauptwärmequelle, welche aus einer durch eine Gasflamme bis etwa 300° C. erhitzten Kupferplatte besteht, befindet sich die Versuchsröhre, die an ihren beiden Enden durch Steinsalzplatten verschlossen werden kann und dann entweder luftleer oder mit den zu untersuchenden Gasen oder Dämpfen gefüllt, angewendet wird. Sie ist aber auch von Hrn. Tyndall ¹⁾ benutzt worden um ohne Anwendung von verschließenden Platten die Absorption von trockner und feuchter Luft zu vergleichen, indem diese Luftarten an dem einen Ende in die Röhre einströmten, während das andere mit einer Luftpumpe in Verbindung stand. Bei diesem letzteren Verfahren erhielt Hr. Tyndall Ausschläge von etwa 30° an seinem

1) *Phil. Transactions for 1862 p. 92.*

Galvan
men I
zurück
Die
alle a
und ic
pflicht
selben
beim I
innere
von h
Result
in Ue
gefunde
derhol
Be
Galvan
die Sp
werde
che St
lenkt
Nacht
Grade
Ablen
bedeut
so hal
dadurc
bringe
mit di
bunde
Da
abgebi
spirale
der im
aus St
den S
dicker
Poggend

Galvanometer, wenn er feuchte Luft durch die Röhre strömen liefs, wogegen trockne Luft die Nadel wieder auf 0° zurückbrachte.

Dieser Versuch schien mir entscheidender zu seyn als alle andern bei denen Steinsalzplatten angewendet wurden, und ich bin deshalb Hrn. Tyndall zu grossem Danke verpflichtet für die Zuvorkommenheit mit welcher er mir denselben gezeigt hat. Die Nadel schlug 30° bis 40° aus; ob beim Durchleiten von trockner oder von feuchter Luft, erinnere ich mich nicht, auch wurde nicht beobachtet, welche von beiden Wärmequellen das Uebergewicht hatte. Das Resultat dieses Versuches war mir so auffallend, so wenig in Uebereinstimmung mit dem was ich auf anderm Wege gefunden, dafs ich nach Hause zurückgekehrt, ihn zu wiederholen beschlofs.

Bei meinen früheren Versuchen hatte ich mich eines Galvanometers mit astatischer Doppelnadel bedient, weil die Spiegelgalvanometer, wie sie gewöhnlich angewendet werden, eine zu grofse Richtkraft besitzen um durch schwache Ströme, wie die thermoelectrischen, hinreichend abgelenkt zu werden. Da indess die Nadelgalvanometer den Nachtheil haben, dafs ihre Angaben nur innerhalb weniger Grade den Stromstärken proportional sind, und bei gröfseren Ablenkungen jede kleinste Veränderung derselben einem bedeutenden Unterschiede in der Stromstärke entspricht, so habe ich die Empfindlichkeit des Spiegelgalvanometers dadurch gesteigert, dafs die Richtkraft desselben durch Anbringung eines zweiten, dem ersten ganz ähnlichen und mit diesem, nach dem Princip der astatischen Nadeln verbundenen Magneten vermindert wurde.

Das so construirte Galvanometer ist in Fig. 1 Taf. VIII abgebildet. Es besteht aus zwei parallelstehenden Drahtspiralen *gg*, deren jede 94 Drahtwindungen enthält; *a* ist der im Innern dieser Spiralen befindliche kreisförmige Spiegel aus Stahl, der zugleich Magnet ist. Zwischen diesem und den Spiralen befindet sich ein 60^{mm} , breiter und 30^{mm} dicker Kupferring *kk*, der als Dämpfer wirkt. Derselbe

trägt das zwischen den Spiralen hindurchgehende Röhrechen *os*, auf dem das cylindrische Gefäß *qq* aus Messing befestigt ist, in welchem sich ein zweiter kreisförmiger Magnet *b* befindet, von ganz gleichen Dimensionen wie der Spiegel *a*, mit dem er durch den Drath *ab* in der Art fest verbunden ist, daß beide in derselben Ebene liegen und ihre horizontalen magnetischen Axen entgegengesetzt gerichtet haben. Sie hängen an einem, durch die Röhre *RR* gehenden Coconfaden, von 0,3 Meter Länge. Um dieselben, nachdem sie außerhalb des Galvanometers bis zu dem geeigneten Grade astatisch gemacht worden sind, einführen zu können, ist der Kupferring *kk* bis zur Hälfte seiner Dicke in verticaler Richtung eingeschnitten. Die Dämpfung leidet hierdurch bei der großen Dicke des Ringes nicht. Es versteht sich übrigens von selbst, daß das System dieser Spiegel nicht ganz astatisch seyn darf, man braucht ihm jedoch nur so viel Richtkraft zu lassen, daß es sich stets wieder in die Richtung des magnetischen Meridians stellt. Die Ruhelage desselben bleibt nicht constant. Abgesehen von andern störenden Ursachen, z. B. der Torsion des Fadens, veranlaßt auch die tägliche Variation des Erdmagnetismus eine Veränderung der Stellung. Denn wenn das Fernrohr, mit der unter demselben befindlichen Scala zwei Meter von dem Spiegel entfernt steht, so entspricht jede Veränderung von einem Millimeter in der Lage des Bildes 51 Bogen-Sekunden in der Lage des Spiegels, es bewirkt daher die tägliche Veränderung der Intensität des Erdmagnetismus, welche mehrere Minuten beträgt, eine sehr merkliche Veränderung in der Lage des Spiegels. Dadurch entsteht indess kein Nachtheil, vorausgesetzt daß nur die unmittelbar auf einander folgenden Beobachtungen als zu einander gehörig betrachtet werden, wobei nicht unberücksichtigt bleiben darf, daß die beobachteten Ablenkungen keinen absoluten, sondern nur einen relativen Werth haben. Sie sind aber stets den Stromintensitäten proportional, auch wenn sie ein Paar hundert Millimeter betragen. Diese Proportionalität verbunden mit der großen Sicherheit, welche die

Ables
strum
Be
wurde
beide
chende
render
eingel
Gefäß
von b
sich a
hervor
Der S
halb i
zeugun
Von
die an
ten m
säule.
Di
hatte,
Oeffn
bindun
mittels
konnte
dall,
gewen
suchs
oder
säure
die mi
Mi
trockn
welche
aber
sonder
nicht

Ablesung mittelst des Fernrohrs gewährt, machen dies Instrument für thermoelektrische Versuche besonders geeignet.

Bei der Wiederholung des Tyndall'schen Versuchs, wurde ein so construirtes Galvanometer angewendet. Für beide Wärmequellen wurden geschwärzte Gefäße mit kochendem Wasser benutzt, in denen, zur Vermeidung des störenden Einflusses der heizenden Flammen, das Wasser durch eingeleitete Dämpfe im Kochen erhalten wurde. Um die Gefäße vor zufälligen Abkühlungen zu schützen, war jedes von beiden mit einem Kasten aus Pappe umgeben, in dem sich außer der Oeffnung, aus welcher die Wärmestrahlen hervorgingen, nur in der Decke eine kleine Oeffnung befand. Der Schirm der compensirenden Wärmequelle war innerhalb ihres Kastens angebracht. Die Kochapparate zur Erzeugung der Dämpfe standen aber außerhalb dieser Kästen. Von beiden Quellen gelangten die Strahlen durch Röhren, die an beiden Enden offen waren, zu der auf beiden Seiten mit ihren conischen Reflectoren versehenen Thermo säule.

Die Versuchsröhre, welche eine Länge von 0,66 M. hatte, war in der Nähe ihrer beiden Enden mit seitlichen Oeffnungen versehen. Die eine derselben stand in Verbindung mit der Luftpumpe, durch die andere wurde Luft mittelst eines Blasebalgs in die Röhre gedrückt. Diese Luft konnte, ganz ähnlich wie bei den Versuchen des Hrn. Tyndall, entweder trocken oder mit Feuchtigkeit gesättigt angewendet werden, indem sie vor ihrem Eintreten in die Versuchsröhre entweder durch mehrere Röhren mit Chlorcalcium oder mit Glasstücken ging die mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet waren, oder indem sie durch Röhren ging, die mit Wasser befeuchtete Glasstücke enthielten.

Mit dieser Vorrichtung bekam ich beim Einblasen von trockner oder feuchter Luft Ausschläge des Galvanometers, welche den von Hrn. Tyndall angegebenen entsprachen; aber ich erhielt sie nicht immer, und was mich dabei besonders überraschte, der Ausschlag der Nadel entsprach nicht einer Absorption der Wärme beim Durchgange durch

die feuchte Luft, sondern gerade entgegengesetzt zeigte sich, wenn feuchte Luft durch die Röhre ging, eine stärkere Erwärmung der der Röhre zugewandten Seite der Säule. Zur Aufklärung der erwähnten Unsicherheit des Versuches, habe ich viele hundert Mal das abwechselnde Einblasen von trockner und feuchter Luft wiederholt aber auch nicht ein einziges Mal hat der Ausschlag einer stärkeren Absorption durch feuchte Luft entsprochen.

Es würde unpassend seyn, die vielen Versuche zu erwähnen, welche unternommen wurden, theils um Herr der Erscheinung zu werden, theils um den auffallenden Widerspruch mit dem Resultate, welches Hr. Tyndall aus seinem Versuche gezogen, zu beseitigen. Ich fand zunächst, daß nur wenn die Luft mit einer gewissen Kraft eingeblasen wurde, die Ablenkung erfolgte. Es stellte sich ferner heraus, das bei fortdauerndem Einblasen der Luft, das Galvanometer nicht fortdauernd abgelenkt blieb, sondern allmählich in die Gleichgewichtslage zurückkehrte. Daraus ergab sich, daß die Luft nicht durch Absorption die Ablenkung bewirke. Ich vermuthete daß vielleicht Feuchtigkeit auf der innern Röhrenwand verdichtet würde, und daß dadurch eine Erwärmung einträte, doch ergab sich auch dieß als unrichtig, dagegen schien eine auf der Oberfläche der Säule selbst stattfindende Absorption die Erscheinung zu veranlassen.

Wird nämlich Luft seitlich in die Röhre eingeblasen, so entweicht der größte Theil derselben an dem Ende, in dessen Nähe das Einblasen stattfindet; aber auch an dem entgegengesetzten Ende bewegt sich die Luft aus der Röhre heraus. Man kann dieß sehr bestimmt beobachten indem man eine kleine Flamme vor die Oeffnungen der Röhre bringt. Ist die Luftpumpe an dem entferneren Ende seitlich angebracht, so bewirkt diese daß die Luft weniger stark und nicht ganz continuirlich entweicht; allein wenn der Druck unter dem sie in die Röhre gelangt, hinreichend ist, um sie überhaupt noch an dem entferneren Ende heraus zu bewegen, so vermag die Luftpumpe nicht diese Be-

wegu
noch
Weg
fern
Säule
Is
dieser
tet,
meter
sie di
es en
Ar
mittel
Gleich
blasen
Wenn
keine
auch
Absor
Ebens
dunste
da ke
mäßig
wenn
blasen

H
ander
entgeg
blasen
und
Waste
Es
dunste
her di
je gr
Versu

wegung zu beseitigen, dazu wirkt sie weder continuirlich noch stark genug. Die heraustretende Luft setzt ihren Weg fort und gelangt selbst wenn die Säule ziemlich entfernt steht, zunächst in den conischen Reflector und so zur Säule selbst.

Ist nun die Luft mit Wasserdampf gesättigt, so wird dieser, wie es scheint, an der Oberfläche der Säule verdichtet, dadurch entsteht eine Erwärmung, und das Galvanometer wird abgelenkt. Ist die Luft aber trocken, so nimmt sie die von der Säule vorher verdichteten Dämpfe auf und es entsteht durch die Verdunstung eine Abkühlung.

Aus dieser Erklärung der Erscheinung ergibt sich unmittelbar, weshalb das Galvanometer allmählich in seine Gleichgewichtslage zurückkehrte, selbst wenn mit dem Einblasen der gesättigten Luft unausgesetzt fortgefahren wurde. Wenn nämlich so viel Wasserdampf verdichtet ist, daß keine fernere Verdichtung mehr stattfinden kann, so wird auch keine Wärme mehr erzeugt, und die im Beginn der Absorption entstandene wird allmählich wieder abgegeben. Ebenso hört, wenn trockne Luft eingeblasen wird, die Verdunstung auf, so bald alle Feuchtigkeit fortgenommen ist, und da keine neue Erkaltung stattfindet, nimmt die Säule allmählich die Temperatur der Umgebung wieder an, auch wenn die trockne Luft unausgesetzt in die Röhre eingeblasen wird.

Hört man aber mit dem Einblasen der einen oder der andern Luftart auf, so weicht das Galvanometer nach der entgegengesetzten Seite ab, weil wenn feuchte Luft eingeblasen war, nun das absorbirte Wasser wieder verdunstet, und wenn trockne eingeblasen worden, das verdunstete Wasser wieder absorbirt wird.

Es ist wohl kaum nöthig zu erwähnen, daß die Verdunstung und Absorption, um so rascher erfolgen und daher die Ausschläge des Galvanometers um so größer sind, je größer der Druck ist, unter welchem die Luft in die Versuchsröhre eingeblasen wird, so wie daß der Ausschlag

größer ausfällt, wenn das Einblasen an dem der Säule zunächst befindlichen Ende der Röhre stattfindet.

Wenn die Verdichtung und die Verdunstung des Wasserdampfs die Ursache der Ablenkung des Galvanometers war, so mußte dieselbe auch erfolgen wenn die Wärmequellen ganz fortgelassen wurden. Dies ist auch in der That der Fall gewesen, und dadurch ist entschieden daß die Absorption der Wärmestrahlen hierbei gar nicht in Betracht kommt.

Viel stärker aber wurden die Ausschläge wenn man die Röhre ganz fortließ und die Luft direct in den Reflector der Säule, oder gegen die Säule selbst blies. Dann schlug der Spiegel des oben erwähnten Galvanometers so stark aus, daß die Scale gar nicht mehr sichtbar war, und auch mit dem früher von mir benutzten Nadelgalvanometer wurden Ausschläge erhalten, welche die Nadel bis an die Hemmung trieben.

Es versteht sich von selbst, daß die gegen die Säule geblasene Luft die Temperatur derselben haben muß.

Wurde der Kienrufs von der geschwärzten Säule entfernt, so wurden ganz analoge, nur weniger starke Ausschläge erhalten. Ebenso fanden bei Anwendung verschiedener Ueberzüge ähnliche Wirkungen statt.

Aus diesen Versuchen geht hervor, wie wenig die, durch die offene Röhre strömende Luft sich zu Versuchen über ihr Absorptionsvermögen eignet.

Gern würde ich über die Vorwürfe fortgehen, welche Hr. Tyndall der von mir angewandten Methode zur Bestimmung der Absorption der Wärmestrahlen durch gasförmige Substanzen¹⁾ gemacht hat; allein ich muß befürchten daß mein Schweigen so gedeutet werde, als ob ich jene Vorwürfe für begründet erachte, was in der That nicht der Fall ist.

Besonders ist an dieser Methode getadelt worden, daß die zu untersuchende Gasart mit der Wärmequelle in un-

1) Pogg. Ann. Bd. CXII, S. 516.

mittel
Tyn
Maße
ren
Tyn
mer
Wirk
wie g
Jed J
Cylind
die g
ist, u
gen L
Abkü
meine
bei k
ten;
müßg
ist di
Beurt
us Io
Ann.
ander
däng
Rohr
art b
DR
salz
von
theilu
art g
die I
hindu
zu v
befin
hene
1) A

mittelbarer Berührung ist. Dadurch werde diese, wie Hr. Tyndall behauptet, abgekühlt und zwar in verschiedenem Maasse durch die verschiedenen Gase und durch den leeren Raum. Zur Begründung dieser Behauptung führt Hr. Tyndall einen Versuch an ¹⁾, bei welchem die Vorkammer seines Apparates mit Luft erfüllt eine viel geringere Wirkung auf die Thermosäule hervorbrachte, als wenn sie wie gewöhnlich luftleer angewendet wurde.

Jene Vorkammer aber besteht aus einem horizontalen Cylinder, der an dem einen Ende erwärmt wird, während die ganze Cylinderfläche von fließendem Wasser umgeben ist, um sie kalt zu erhalten. Dafs unter solchen Bedingungen Luftströmungen stattfinden müssen, und dafs diese eine Abkühlung veranlassen, hat wohl Niemand bezweifelt. Bei meinem Apparat geschieht die Erwärmung von oben. Dabei können keine Strömungen der Luft im Innern eintreten, es sey denn, dafs seitliche Abkühlungen oder Erwärmungen hinzukommen. Das Wesentliche an dem Apparate ist die Erwärmung von oben, diese darf deshalb bei seiner Beurtheilung nicht unberücksichtigt bleiben.

Ich habe dem früher von mir benutzten, und in Pogg. Ann. Bd. CXII, S. 516 beschriebenen Apparat eine etwas andere Einrichtung gegeben. Dieselbe ist aus der Abbildung Fig. 2 Taf. VIII leicht ersichtlich. Sie gestattet das Rohr *RR*, das zur Aufnahme der zu untersuchenden Gasart bestimmt ist, aus verschiedenen Glasröhren *RA*, *BC*, *DR* zusammenzusetzen und durch Einschalten von Steinsalz oder anderen diathermanen Platten in Abtheilungen von verschiedener Länge zu trennen. Jede einzelne Abtheilung kann luftleer gemacht und mit einer beliebigen Gasart gefüllt werden. Auch können solche Gasarten, welche die Luftpumpe angreifen, durch jede beliebige Abtheilung hindurch geleitet werden, um die darin vorhandene Luft zu verdrängen. In dem unteren, etwas weiteren Theile *EF* befindet sich die mit ihrem conischen Reflector *ab* versehene Thermosäule *ac*. Die Drähte derselben gehen iso-

1) *Phil. Transc. for 1862, p. 93.*

lirt durch die Messingplatte *FF*, welche die Röhre unten verschließt. Da wo sie aus dieser Platte hervorkommen, sind sie mit Caoutchouc umgeben, ebenso wie auf der ganzen Länge durch das Wasser *MN*, welches den untern Theil des Apparates umgiebt und beständig auf 15° C. erhalten wird.

Um die einzelnen Röhren leicht mit einander verbinden zu können, sind sie an jedem Ende mit einer messingenen Fassung versehen, die einen hervorstehenden Rand hat. Mit diesen ganz eben geschliffenen und mit ganz wenig Fett versehenen Rändern werden die Röhren aufeinander gestellt; auf jede von beiden Fassungen wird sodann ein hufeisenförmiges, starkes Stück Messing geschoben, das gegen den hervorstehenden Rand drückt, und indem je zwei dieser hufeisenförmigen Stücke durch drei Schrauben genähert werden, pressen sie die Ränder der Fassungen fest gegeneinander. Soll eine Steinsalzplatte eingeschaltet werden, so bringt man sie zwischen die ganz dünn mit Fett bestrichenen Ränder zweier Röhren. Dazu ist jedoch erforderlich, daß die Platte eben und parallel geschliffen ist.

Um einen Schirm im Innern der Röhre anwenden zu können, wird der viereckige Kasten *PP* aus Messing eingeschaltet. Derselbe enthält zwei aus doppelten Blechplatten bestehende Klappen, welche um Axen drehbar sind, die aus der einen Wand des Kastens, in der sie luftdicht eingeschliffen sind, hervorragen. Durch diese Axen können die Klappen von außen geöffnet und vertical gestellt werden, so daß sie alle Wärmestrahlen durchlassen. Ebenso können sie geschlossen d. i. in die horizontale Lage gebracht werden, wo dann keine Strahlen durchgehen.

Wurde eine Steinsalzplatte bei *SS* eingeschaltet, und der obere 0,15 Meter hohe Raum abwechselnd leer und mit Luft erfüllt angewendet, während die Röhren *BF* unterhalb der Platte mit trockner Luft unverändert gefüllt blieb, so war die Wirkung auf die Thermosäule in beiden Fällen ganz dieselbe. Diesen Versuch habe ich wiederholt angestellt. Er widerlegt wie ich glaube die Behauptung des

Hrn.
Wärm
Di
eine g
von L
bei al
ring,
wenig
worau
so ge
schwir
Ausna
lung
dem h
erhalte
He
das W
anführ
aber v
Tynd
Gase
in ein
durch
die Fe
nun d
läßt a
seine
gehind
und d
Fortp
He
rate fe
angebr
er ein
hatte,
halb
pumpt

Hrn. Tyndall, daß die zu untersuchende Luft mit der Wärmequelle nicht in Berührung sein dürfe.

Die unter der geheizten Fläche befindliche Luft könnte eine größere Abkühlung als der leere Raum nur in Folge von Leitung bewirken. Diese aber ist, wie ich gezeigt habe, bei allen Gasarten, mit Ausnahme des Wasserstoffs, so gering, daß durch den mit Gas gefüllten Raum die Wärme weniger fortgepflanzt wird, als durch den leeren Raum, woraus hervorgeht, daß die Wirkung der Leitung der Gase so gering ist, daß sie gegen die der Absorption ganz verschwindet. Hiervon könnte höchstens der Wasserstoff eine Ausnahme machen. Doch ist selbst bei diesem die Abkühlung die er durch Leitung bewirkt so gering, daß sie bei dem beständig auf der Temperatur des kochenden Wassers erhaltenen Gefäße gar nicht in Betracht kommt.

Herr Tyndall leugnet die Leitung der Wärme durch das Wasserstoffgas. Die Gründe, welche er gegen dieselbe anführt, sind mir nicht ganz verständlich. Das Factum aber welches allein beweisend für die Leitung ist, hat Hr. Tyndall nicht in Betracht gezogen. Durch alle übrigen Gase nämlich pflanzt sich die Wärme, wie schon erwähnt, in einem von oben erwärmten Raume schlechter fort, als durch das Vacuum. Durch Wasserstoff allein geschieht die Fortpflanzung besser als durch den leeren Raum. Da nun der Wasserstoff nicht mehr Wärmestrahlen hindurchläßt als die atmosphärische Luft, da außerdem, auch wenn seine Bewegung durch dazwischen gebrachte Eiderdaunen gehindert wird, die Fortpflanzung besser als im leeren Raume und den andern Gasen geschieht, so kann diese bessere Fortpflanzung nur auf Leitung beruhen.

Herr Tyndall wirft dem von mir angewandten Apparate ferner vor, daß die Säule innerhalb der Versuchsröhre angebracht sey. Er führt einen Versuche an, bei welchem er eine Säule so in der Wand einer Röhre eingekittet hatte, daß ihre eine Seite sich innerhalb, die andere außerhalb der Röhre befand. Wenn alsdann die Luft ausgepumpt wurde, so entstand ein sehr bedeutender Strom.

Dieses Resultat war vorher zu sehen. Aber ich kann hinzufügen, auch wenn die Säule ganz innerhalb der Röhre sich befindet, entsteht ein Strom beim Auspumpen der Luft, weil beide Seiten der Säule und die in ihrer Nähe befindlichen Theile des Apparates nicht in gleicher Weise erkalten. Nach einiger Zeit ist indess jeder Strom verschwunden, besonders wenn der dieselbe umgebende Theil der Versuchsröhre mit Wasser von constanter Temperatur umgeben ist, wie dies bei dem von mir benutzten Apparate stets der Fall war.

Liegt die Säule ausserhalb der Versuchsröhre, so erkaltet diese letztere, wenn sie leer gepumpt wird, ebenso wie wenn die Säule sich in ihr befindet; allein diese Erkaltung wirkt auf die ausser angebrachte Säule kaum merklich ein, was beweist, dass die Empfindlichkeit des Apparates jetzt viel geringer ist, als in dem Falle, wo die Säule sich ganz im Innern befindet. Diese geringere Empfindlichkeit entsteht dadurch, dass die Steinsalzplatte, welche die Röhre verschliesst, je nach ihrer Dicke und Klarheit einen nicht unbedeutenden Theil der Wärme absorbiert. Wendet man, wie bei dem Apparate des Hrn. Tyndall, zwei Steinsalzplatten an, so ist die Empfindlichkeit noch geringer.

Ich habe bei Anwendung von zwei Steinsalzplatten auch mit meinem Apparat einen kaum wahrnehmbaren Unterschied in dem Durchgange der Wärme durch den luftleeren und den mit trockner Luft gefüllten Raum gefunden. Ganz entsprechend den Angaben des Hrn. Tyndall. Allein ohne Steinsalzplatten zeigt sich der Unterschied sehr bestimmt. Er ist, wie ich mich bei Anwendung des erwähnten Galvanometers überzeugt habe, nicht ganz so gross wie ich früher ¹⁾ angegeben, aber er beträgt jedenfalls mehrere Procente.

Für alle Gase mit Ausnahme der atmosphärischen Luft in ihrem trocknen und feuchten Zustande, stimmen die Werthe, welche Hr. Tyndall gefunden hat, mit den meinigen so weit überein, wie es bei dergleichen Messungen zu erwar-

1) Pogg. Ann. Bd. CXII.

ten ist.
Methode
Tyndall
so man
Es mu
welche
Luft ei
fel, da
platten

W
serdam
platten
ringer
l Proc
er bee
Zeit d
Werth

Au
gen ih
Hrn. T
Schwie
das A
zunäch
dass d
keine
die A
für di
bei d
cher
kleine
und d
so gr
aus.
würde
seyn.

1) P

ten ist. In keinem Falle kann daher die von mir benutzte Methode mit solchen Mängeln behaftet seyn, wie sie Hr. Tyndall ihr vorwirft; denn wenn diese begründet wären, so müßten die Bestimmungen aller Gase fehlerhaft seyn. Es muß deshalb eine andere Ursache vorhanden seyn, welche bei der Bestimmung der Absorption der feuchten Luft einen besondern Einfluß übt. Es scheint außer Zweifel, daß diese Ursache in der Anwendung der Steinsalzplatten zu suchen ist.

Wurde die Absorption der trocknen und der mit Wasserdampf gesättigten Luft ohne Anwendung von Steinsalzplatten mit einander verglichen, so ergab sich ein sehr geringer Unterschied zwischen beiden, der stets weniger als 1 Proc. betrug. Bei Anwendung von Steinsalzplatten war er bedeutend größer, und wenn die feuchte Luft längere Zeit durch die Röhre geleitet wurde, so erlangte er einen Werth ähnlich wie der, den ich früher ¹⁾ angegeben habe.

Außer dem Nachtheil, welchen die Steinsalzplatten wegen ihrer hygroskopischen Eigenschaft für die Methode des Hrn. Tyndall veranlassen, führt diese noch eine andere Schwierigkeit mit sich. Hr. Tyndall erhält die Werthe für das Absorptionsvermögen der verschiedenen Gase, indem zunächst die compensirende Wärmequelle so regulirt wird, daß die Strahlung durch die leergepumpte Versuchsöhre keine Ablenkung des Galvanometers hervorbringt, und dann die Ablenkung von trockner Luft bestimmt wird. Dieser für die trockne Luft erhaltene Werth bildet die Einheit bei der Bestimmung der übrigen Gase, die alle in ähnlicher Weise mit dem leeren Raum verglichen werden. Je kleiner daher der Unterschied zwischen dem leeren Raum und der trocknen atmosphärischen Luft gefunden wird, um so größer fällt das Absorptionsvermögen der übrigen Gase aus. Wenn daher jener Unterschied gleich Null wäre, so würde die Absorption aller andern Gase gleich unendlich seyn.

1) Pogg. Ann. Bd. CXIX, S. 635.

Bei der von mir angewandten Methode sind die Bestimmungen ganz unabhängig von der Vergleichung zwischen dem luftgefüllten und dem luftleeren Raume. Denn es wird jedesmal zunächst die Ablenkung durch die mit atmosphärischer Luft, und sodann durch die zu untersuchende Gasart oder durch die leere Röhre bestimmt, so daß man jedesmal die unter gleichen Umständen für beide erhaltenen Werthe unmittelbar vergleichen kann.

VI. Experimentelle Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichts; Beschreibung des Apparates;
von Hrn. L. Foucault.

(Compt. rend. T. LV, p. 792.)

Ungeachtet der Beschränkung des Raumes und der Nichtgestattung von Figuren werde ich versuchen, die Haupttheile des Apparats zu beschreiben, mittelst dessen ich über die Lichtgeschwindigkeit einen, von dem bisher angenommenen so verschiedenen Werth erhalten habe ¹⁾.

Dieser Apparat besteht aus: 1) Einem mikrometrischen Sehzeichen, Licht ausgeschnitten aus der Oberfläche einer versilberten Glasplatte, — 2) Einem rotirenden Spiegel, auf der Axe einer kleinen Luftturbine stehend, — 3) Einem Gebläse von constantem Druck, — 4) Einem achromatischen Objectiv, — 5) Einer ungeraden Anzahl von sphärischen Hohlspiegeln aus versilbertem Glase, — 6) Einer geneigten Glasplatte für partielle Reflexion, — 7) Einem Mikroskop mit Mikrometer, — 8) Einem kreisrunden Schirm in Form eines gezahnten Rades und durch ein chronometrisches Räderwerk in Bewegung gesetzt.

Ich werde zunächst den ruhenden Apparat beschreiben.

1) Vergl. S. 485 dieses Bandes d. Ann.

Ein Bündel Sonnenlicht, horizontal reflectirt von einem Heliostat, fällt auf ein mikrometrisches Sehzeichen, bestehend aus einer Reihe lothrechter Striche, die 0,1 Millm. von einander entfernt sind. Dieses Sehzeichen ist bei dem Versuch das eigentliche Grundmaafs; es wurde von Hrn. Froment mit vieler Sorgfalt getheilt. Die durch diese Ursprungs-Ebene gegangenen Strahlen fallen, nachdem sie 1 Meter durchlaufen haben, auf den drehbaren Planspiegel, woran sie eine erste Reflexion erleiden, welche sie auf einen 4 Meter entfernten Hohlspiegel schickt. Zwischen diesen beiden Spiegeln und möglichst nahe am Planspiegel befindet sich das Objectiv, welches einerseits das virtuelle Bild des Sehzeichens und andererseits den Hohlspiegel in seinen beiden conjugirten Brennpunkten hat. Sind diese Bedingungen erfüllt, so wird das Lichtbündel, nachdem es durch das Objectiv gegangen ist, ein Bild vom Sehzeichen auf der Oberfläche des ersten Hohlspiegels erzeugen.

Von da reflectirt sich das Bündel ein zweites Mal in ziemlich schiefer Richtung, um den drehbaren Spiegel zu vermeiden, von welchem es in gewissem Abstände ein Bild im Raume erzeugt. An dem Orte, wo dieses Bild entsteht, stellt man einen zweiten Hohlspiegel auf, so orientirt, daß das Bündel, nach nochmaliger Reflexion nahe zum ersten Hohlspiegel zurückgeht und daselbst ein zweites Bild vom Sehzeichen erzeugt; dieses wird von einer dritten Hohlfläche aufgenommen und so fort bis zur Erzeugung eines letzten Bildes vom Sehzeichen an der Oberfläche eines letzten Hohlspiegels von ungerader Ordnungszahl. Ich habe solchergestalt bis fünf Spiegel anwenden können, die eine Linie von 20 Meter Länge verstaten.

Der letzte dieser Spiegel, getrennt von dem vorletzten, der ihm gegenüber steht, durch einen Abstand von 4 Metern, der seinem Krümmungshalbmesser gleich ist, schickt das Bündel genau in sich selbst zurück, eine Bedingung, welche man sicher erfüllt, indem man an der Oberfläche des gegenüberstehenden Spiegels das hingehende Bild mit dem hergehenden überdeckt. Ist dieß geschehen, so ist man gewifs,

dafs das Bündel durch die ganze Spiegelreihe zurückläuft, zum Planspiegel des Rotationsapparats und von da zum Sehzeichen hin, Punkt für Punkt, wie es eingetreten ist.

Es gelingt, diesen Rückgang der Strahlen zu bestätigen und sich ein zugängliches Bild zu verschaffen, indem man durch partielle Reflexion an einem unter 45° geneigten Glase einen Theil des Bündels ablenkt und mit einem schwachen Mikroskop untersucht. Dieses letztere, welches den zu astronomischen Beobachtungen gebräuchlichen mikrometrischen Mikroskopen ganz ähnlich ist, bildet mit dem Sehzeichen und dem geneigten Glase ein sehr fest verbundenes System.

In dem eben beschriebenen Apparat nimmt das reelle zum Mikroskop zurückgesandte Bild, welches von den rücklaufenden, partiell reflectirten Strahlen erzeugt wird, gegen das Glas und gegen das Sehzeichen selbst eine bestimmte Lage ein. Diese Lage ist genau die des virtuellen Bildes von dem durch Reflexion in der Ebene des Glases gesehenen Sehzeichen. Wenigstens findet dies statt, so lange der Apparat in Ruhe ist. Wenn aber der Spiegel rotirt, so ändert das Bild seinen Ort, weil während der Zeit, welche das Licht zur Durchlaufung der zwei Mal gebrochenen Linien zwischen den Hohlspiegeln gebraucht, der Spiegel fortfährt sich zu drehen, und die Strahlen bei ihrer Rückkehr ihn nicht mehr unter derselben Incidenz treffen, wie im Moment der Ankunft. Daraus folgt, dafs das Bild im Sinne der Bewegung des Spiegels verschoben wird und diese *Verschiebung* mit der Rotationsgeschwindigkeit zunimmt; sie wächst auch offenbar mit der Länge der Bahn und mit dem Abstand des Sehzeichens vom rotirenden Spiegel. Die Art, wie alle diese Gröfsen auf den Versuch einwirken, so wie die Lichtgeschwindigkeit selbst, wird durch eine sehr einfache Formel ausgedrückt, die ich schon früher aufgestellt habe und hier also nur zu wiederholen brauche.

Nennt man V die Lichtgeschwindigkeit, n die Anzahl der Umdrehungen des Spiegels in der Sekunde, l die Länge der gebrochenen Linie zwischen dem rotirenden Spiegel

und der
vom rot
so find

welche
der ein

Die
oder ein
gemeinh
trisch g
man die
Sekund

Zur
stante

Die
messer,
eines b
dernsw
Gebläse
Coll,
deten

Druck
Luft be

Hrn. C
nicht u

schwan
repräs

würdig
er sich

Wider
falls vo

gegenge
kann a

Geschw
auf der

und dem letzten Hohlspiegel, r den Abstand des Schzeichens vom rotirenden Spiegel und d die beobachtete Verschiebung; so findet man bei der Einrichtung des Apparats

$$v = \frac{8\pi nr}{d},$$

welcher Ausdruck die Geschwindigkeit des Lichtes mittelst der einzeln zu messenden Grössen giebt.

Die Abstände l und r werden direct mit einem Lineal oder einem Papierstreifen gemessen und darauf auf die Längeneinheit bezogen. Die Verschiebung d kann mikrometrisch gemessen werden; es bleibt nur noch zu zeigen, wie man die Anzahl n der Umdrehungen des Spiegels in einer Sekunde ermittle.

Zunächst sey gesagt, wie man dem Spiegel eine constante Geschwindigkeit einprägt.

Dieser Spiegel, ein versilbertes Glas von 14 Mllm. Durchmesser, steht direct auf der Axe einer kleinen Luftturbine eines bekannten Systems, das von Hrn. Froment bewundernswürdig ausgeführt ist. Die Luft dazu kommt aus einem Gebläse von hohem Druck, verfertigt von Hrn. Cavaillé-Coll, der in der Fabrikation grosser Orgeln einen gegründeten Ruf erlangt hat. Da es darauf ankommt, daß der Druck eine grosse Beständigkeit habe, so durchstreicht die Luft beim Austritt aus dem Gebläse einen neuerdings von Hrn. Cavaillé erdachten Regulator, in welchem der Druck nicht um 0,2 Mllm. von einer 30 Centm. hohen Wassersäule schwankt. Beim Ausflufs aus den Oeffnungen der Turbine repräsentirt also die Luft eine bewegendende Kraft von merkwürdiger Constanz. Andererseits stößt der Spiegel, indem er sich beschleunigt, in der umgebenden Luft bald auf einen Widerstand, der für eine gegebene Geschwindigkeit ebenfalls vollkommen constant ist. Zwischen diesen beiden entgegengesetzten Kräften, die dem Gleichgewicht anstreben, kann also der Spiegel nicht verfehlen, eine gleichförmige Geschwindigkeit anzunehmen und zu bewahren. Irgend ein auf den Ausflufs einwirkender Stopfer (obturateur) erlaubt

übrigens, diese Geschwindigkeit innerhalb sehr ausgedehnter Gränzen zu reguliren.

Es erübrigte endlich noch, die Anzahl der Umdrehungen zu zählen oder vielmehr dem Spiegel eine bestimmte Geschwindigkeit einzuprägen. Diefes Problem wurde folgendermaßen vollständig gelöst.

Zwischen dem Mikroskop und dem partiell reflectirenden Glase befindet sich eine kreisrunde Scheibe, deren fein gezahnter Rand das zu beobachtende Bild übergreift und theilweise verdeckt. Die Scheibe dreht sich gleichmäßig, so daß, wenn das Bild in continuirlicher Weise erschiene, die Zähne an dem Umfang wegen der schnellen Bewegung sich dem Blicke entziehen würden. Allein das Bild ist nicht permanent, es entspringt aus einer Reihe discontinuirlicher Erscheinungen, deren Anzahl gleich ist der der Umdrehungen des Spiegels; und in dem besonderen Falle, wo die Zähne des Schirms auch in derselben Anzahl auf einander folgen, entsteht für das Auge eine leicht erklärliche Täuschung, welche die Zahnung wieder zum Vorschein bringt, wie wenn die Scheibe sich nicht drehte. Gesetzt also, die Scheibe habe n Zähne auf ihrem Umfang und drehe sich einmal in der Sekunde; wenn man nun zugleich die Turbine in Gang setzt und den Ausfluß der bewegenden Luft regulirt, so wird es gelingen, die scheinbare Festigkeit der Zähne aufrecht zu halten und man wird es als sicher annehmen können, daß dann der Spiegel wirklich n Umdrehungen in der Sekunde macht.

Hr. Froment, der die Turbine machte, war so gut, ein geometrisches Räderwerk zur Bewegung der Scheibe zu construiren. Es ist ein sehr merkwürdiges Uhrwerk, welches das Problem einer gleichförmigen Bewegung für den besonderen Fall, wo keine Arbeit zu leisten ist, auf eine elegante Weise löst. Diefes ist so vollständig gelungen, daß es mir täglich begegnete, den Spiegel 400 Mal in der Sekunde umzudrehen, und die beiden Apparate während ganzer Minuten bis auf $\frac{1}{10000}$ in Einklang gehen zu sehen.

Ob-
cherheit
regelmä-
in Ver-
Messung
Fehlerq
Grad v
Um die
obachtu
bloffe
Verschi
einen
Theile
stand d
um die
ten dan
Bruchth
gestatte
Auf
ursache
sultate
ein und
neue Z
digkeit
298000
trauen

Obwohl ich indess hinsichtlich der Zeitmessung jede Sicherheit erlangt hatte, so nahm ich doch mit Erstaunen Unregelmäßigkeiten in meinen Resultaten gewahr, die nicht im Verhältniß standen zu der Genauigkeit der Mittel zur Messung. Nach langem Suchen fand ich endlich, daß die Fehlerquelle in dem Mikrometer lag, das lange nicht den Grad von Genauigkeit besaß, den man ihm beilegen möchte. Um diese Schwierigkeit zu beseitigen, führte ich in das Beobachtungssystem eine Abänderung ein, die endlich auf eine bloße Veränderung der Variablen hinauslief. Statt die Verschiebung zu messen, wählte ich für dieselbe im Voraus einen bestimmten Werth z. B. 0,7 Mllm. oder 7 ganze Theile des Bildes, und ermittelte experimentell, welchen Abstand das Sehzeichen vom rotirenden Spiegel haben mußte, um diese Verschiebung zu bewirken; die Messungen führten dann auf eine Länge von ungefähr 1 Meter, die letzten Bruchtheile behielten noch eine direct sichtbare GröÙe und gestatteten keinen Fehler mehr.

Auf diese Weise wurde der Apparat von der Hauptursache der Unsicherheit befreit; seitdem stimmen die Resultate innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler überein und der Mittelwerth fixirt sich der Art, daß ich die neue Zahl, die mir bis auf ein Geringes die Lichtgeschwindigkeit im (leeren) Raume auszudrücken scheint, nämlich 298000 Kilometer in der Sekunde mittlerer Zeit, mit Vertrauen geben kann.

VII. Ueber ein Gernsbart-Elektroskop und über Mineral-Elektricität; von F. v. Kobell.

(Aus den Sitzungsberichten d. bayer. Akad. d. Wiss. 1863. I.)

Man weiß das Haare durch Reiben oft stark elektrisch werden, und namentlich sind die Katzenfelle dafür bekannt; in einem vorzüglichen Grade aber habe ich diese Eigenschaft an den Haaren gefunden, welche beim Gernsbock im Spätherbst über den Rücken hinstehen und den sogenannten Gernsbart bilden. Diese Haare erreichen bei einem vier- oder mehrjährigen Bock eine Länge von 6 Zoll und darüber; sie sind sehr fein und enden gewöhnlich in eine weisse Spitze. Wenn man einige dieser Haare an der Wurzel zusammenfaßt und gegen die Spitze zu durch die Finger streicht, so fahren sie weit auseinander; eben so werden sie, doch in viel geringerem Grade, gegenseitig abgestossen, wenn man den Strich von der Spitze gegen die Wurzel führt. Dabei zeigt eine Untersuchung der entwickelten Elektricität die merkwürdige, im Gebiet dieses räthselhaften Agens übrigens nicht überraschende Erscheinung, *dass das von der Wurzel gegen die Spitze gestrichene Haar positiv, das von der Spitze gegen die Wurzel gestrichene aber negativ elektrisch wird.* Wegen dieser Eigenthümlichkeit und da solche Haare die an ihnen erregte Elektricität längere Zeit behalten, ferner ihrer Länge und sonstigen physischen Beschaffenheit wegen, eignen sie sich zu einem vortrefflichen Elektroskop¹⁾, und übertreffen die in der Mineralogie üblichen Häüy'schen Apparate an Empfindlichkeit und Sicherheit. Zum Gebrauch befestige ich die Haare, eins mit der Wurzel und eins mit der Spitze, an eine Handhabe von Holz, wie man sie als Drahthalter bei Löthrohrproben gebraucht, oder klebe sie mit Wachs an eine Glas-

1) Auch bei anderen Haaren, namentlich Pferdehaaren, habe ich öfters, je nach der Richtung des Streichens, einen Wechsel der Elektricität bemerkt, doch nicht in dem Grade und so constant wie beim Gernsbart.

oder
der S
umgek
W
oder I
ten G
+ Ze
beschr
er an
anschl
schen
kein Z
lich ni
er nän
der Z
sie m
ben; s
für die
werden
oder d
mufs,
Be
den, g
wozu
zuzieh
durch
festhal
den B
drische
einboh
höher
wird d
wärmt
indem
Zur C
habe
als irge

oder Siegellackstange. Ich will das elektrisirte Haar mit der Spitze nach aufsen *Plus* - (+) *Zeiger* nennen, und das umgekehrte den *Minus* - (—) *Zeiger*.

Wenn die Fläche eines Krystalls durch Reiben, Druck oder Erwärmen elektrisch geworden, so wird nach bekannten Gesetzen, wenn die Fläche + elektrisch, der genäherte + *Zeiger* (das Haar parallel der Fläche) abgestossen und beschreibt einen Bogen um die elektrische Fläche, indem er an die benachbarten nicht- oder auch — elektrischen Stellen anschlägt; eben so wird der — *Zeiger* von einer — elektrischen Fläche abgestossen. Wenn dieses stattfindet, so ist kein Zweifel über die Art der Elektrizität und auch natürlich nicht darüber, dafs der Körper ein Isolator sey (wenn er nämlich unisolirt behandelt wurde). Wird aber einer der *Zeiger* von der Fläche der Probe angezogen, so kann sie möglicherweise dessen entgegengesetzte Elektrizität haben; sie kann aber auch gar nicht elektrisch seyn, daher für diesen Fall beide *Zeiger* nacheinander anzuwenden sind; werden beide angezogen, so ist die Fläche nicht elektrisch oder der Krystall ein Leiter, welcher vorerst isolirt werden muß, wenn man seine Elektrizität kennen lernen will.

Bei Krystallen, welche durch Erwärmen elektrisch werden, genügt zur Bestimmung der Pole ein einziger *Zeiger*, wozu der stärker elektrische + *Zeiger* dem — *Zeiger* vorzuziehen. Für diese Untersuchung lasse ich den Krystall durch eine federnde Pincette mit zolllangen schmalen Spitzen festhalten. Dergleichen Pincetten (von Stahl) werden von den Blumenmachern gebraucht, und enden in einen cylindrischen Stiel von Holz, welchen ich in eine Korkscheibe einbohre, die in einer Metallkapsel gefaßt, an einem Stativ höher und niedriger gestellt werden kann. So gehalten wird der Krystall durch eine kleine Weingeistflamme erwärmt und dann beim Erkalten mit dem *Zeiger* untersucht, indem man diesen von Zeit zu Zeit durch die Finger streicht. Zur Controle kann man beide Finger gebrauchen. Ich habe diese Art zu untersuchen zweckmäßiger gefunden, als irgend eine andere, wo der Krystall auf ein Gestell ge-

legt wird. Die Pincette berührt nur eine Paar Punkte am Krystall und kann nach jeder Richtung gedreht werden. Es versteht sich, daß zu sicheren Versuchen trockene, warme und ruhige Luft nothwendige Bedingung sind ¹⁾).

Ich konnte auf diese Weise die Pole an kleinen Boracit-Würfeln deutlich erkennen, an Nadeln von Skolezit, am Calamin und brasilianischen Topas, wo sich an kurzen Prismen die Seitenflächen beim Erkalten + zeigen, und eben so die scharfen Seitenkanten oder Endpunkte der Makrodiagonale, wie solches auch Hankel, Riefs und Rose beobachtet und letztere für Anhäufungs-Elektricität erklärt haben ²⁾. Die Prismen des Prehnit von Ratschinges in Tyrol bewegten ebenfalls den + Zeiger von den + elektrischen Seitenflächen nach den — elektrischen basischen Flächen. Da der Krystall zusammengesetzt und das Prisma streifig war, so kann das Abstossen auch den stumpfen Seitenkanten zugeschrieben werden, welche Riefs und Rose antilog fanden. An kleinen einige Linien großen Krystallen zeigten sich die Erscheinungen gewöhnlich constanter und deutlicher als an großen.

Krystalle von so starker Elektricität wie die des Turmalins geben an den genannten Zeigern oft noch deutlich die Pole zu erkennen, wenn sie äußerlich auch vollständig erkaltet sind ³⁾. Für dergleichen kann man zu einem Collegienversuch ein solches Gernshaar mit Wachs auf das Hütchen einer Häüy'schen Nadel so aufkleben, daß es mit dieser sich rechtwinklich kreuzt. Beim Gebrauche fast man das Hütchen zwischen Daum und Zeigefinger der einen Hand und streicht mit der anderen das Haar einige Male nach den Enden, dann setzt man das Hütchen auf den Stift. Die Messingnadel wird lebhaft bewegt, wenn der elektrische

1) Wer feuchte Hände hat, muß sich beim Streichen der Zeiger eines Lederhandschuhs bedienen.

2) Pogg. Ann. Bd. 61, (1844) S. 659.

3) Am Turmalin und brasilianischen Topase zeigte sich keine Aenderung des elektrischen Verhaltens, wenn auch die Proben zum Rothglühen erhitzt und in kaltem Wasser abgekühlt worden waren.

Turma
elektri
Weise
werden
Da
Haare
daß s
streich
heit w
samme
elektri
gativ
dert.
wenn
wurde
und m
übrige
zeugen
trische
Zeiger
zeigt
oft er
U
lirten
haare
vorzu
Weg
Blattg
Gold
anba
das H
ches
Holz
Stellu
näher
wird
art g

Turmalin dem Haare, welches zur Hälfte $+$ zur Hälfte $-$ elektrisch genähert wird, und die Pole können auf dieselbe Weise durch Anziehen und Abstoßen sehr deutlich gezeigt werden.

Dafs die erregbare Doppel-Elektricität eines solchen Haares mit dessen Bau zusammenhängt, geht daraus hervor, dafs sich das Haar von der Wurzel nach der Spitze glatt streicht, umgekehrt aber beim Streichen eine gewisse Rauheit wahrgenommen wird. Nochmehr aber erhellt dieser Zusammenhang dadurch, dafs ein Haar, wenn es öfters als — elektrisirt gebraucht und dadurch geglättet wurde, den negativen Charakter der Elektricität in den positiven umändert. Es geschieht dies nach einem angestellten Versuche, wenn es mehr als hundertmal gegen die Wurzel gestrichen wurde, und ist dann als — Zeiger nicht mehr zu gebrauchen und mufs ein frisches angewendet werden. Man kann sich übrigens durch eine geriebene Siegellackstange leicht überzeugen, ob diese Veränderung eingetreten sey; das — elektrische Haar mufs eben so abgestoßen werden, wie der $+$ Zeiger von geriebenem Calcit oder Quarz. Der letztere zeigt keine Veränderung des elektrischen Charakters, wie oft er auch gestrichen werden mag.

Um den elektrischen Zustand eines Isolators oder isolirten Leiters überhaupt zu erkennen, habe ich solche Gemshaare auch versilbert und vergoldet. Das Vergolden ist vorzuziehen und geschieht am besten auf mechanischem Wege, indem man das Haar durch Dammarfirnis zieht, auf Blattgold legt mit solchem bedeckt, und unter Papier das Gold leicht andrückt, dann trocknen läfst, und die nicht anhaftenden Flitter mit den Fingern sachte abstreift und das Haar etwas quirlt. Man befestigt dann das Haar, welches ich *Fühler* nennen will, auf ein geeignetes Stativ von Holz mit Wachs und giebt ihm eine möglichst horizontale Stellung. Es giebt auch schwache Elektricität an einem genäherten Krystall noch an, von einem stark elektrischen wird es aber schon durch ein momentanes Anschlagen derart geladen, dafs es sogleich wieder abgestoßen wird. Zu

den stark elektrischen Isolatoren gehören manche Varietäten von großblättrigem Muskowit, z. B. der von Grafton in New-Hampshire. Zieht man von solchen einen länglichen schmalen Streifen einige Male schnell zwischen Daumen und Zeigefinger durch, so wird das vergoldete Haar beim Annähern oft schon mit der $+$ Elektricität des Glimmens geladen und abdestofsen, *ohne dass es diesen berührt*. Es kann, auf solche Weise elektrisirt, zur Bestimmung guter Leiter und guter Isolatoren dienen; auf erstere schlägt das angezogene Haar nieder und springt sogleich wieder ab, da es ganz oder größtentheils entladen wird; auf letztere schlägt es auch nieder, bleibt aber auf der berührten Fläche liegen (es versteht sich, dass die genäherten Proben nicht elektrisirt sind). Natürlich kann das vergoldete elektrisirte Haar auch zur Bestimmung der Art der Elektricität an einer elektrisirten Probe gebraucht werden; es verliert aber seinen elektrisirten Zustand schneller als ein geriebenes nicht vergoldetes Haar.

Die Empfindlichkeit des Gensbart-Elektroskop geht zwar nicht so weit, Pyro-Elektricität am Quarz nachzuweisen, wie sie Hankel, welcher mit einem feinen Bohnenberger'schen Elektroskop beobachtete, angiebt; auch zeigten die von mir untersuchten sibirischen und sächsischen Topase und der Sphen mit demselben keine merkliche Elektricität; den Zwecken der Mineralogie, durch das elektrische Verhalten Species oder auch Varietäten zu charakterisiren, dürfte es aber vollkommen genügen.

Ich bemerke noch, dass ein Gensbart, wenn er bald nach dem Ausrupfen in einem Buche aufgehoben wird, die elektrische Erregbarkeit über zwanzig Jahre behält, wie ich mich überzeugen konnte; ein Gensbart aber, welcher, wie bei den Jägern Brauch, als Hutschmuck einige Jahre in Wind und Wetter getragen wurde, zeigt diese Erregbarkeit nicht mehr. Da es in unsern deutschen Alpen nicht an Genssen fehlt und ein einziger guter Bock einen ziemlichen Büschel Haare als Bart hat, so besteht keine Schwierigkeit sich dergleichen zu verschaffen.

ed Die
Hatt
wünsch
sie zur
méthod
pas pe
pour r
faire n
Verhält
liegt zu
Krystal
Fläche
cität, e
rakter
werden
einem
halten
Quarz
vorruft
von Ei
tricität
auch
leicht
Ein
mäßige
Ueber
Art de
es sich
und in
stände
Surrog
gleiche
vorsch
wende
giebt
fast un
nehme

Die Verhältnisse der Reibungs-Elektricität sind seit Haüy an den Krystallen wenig studirt worden, und wäre wünschenswerth, daß sie mehr beachtet würden, obwohl sie zur Bestimmung der Species entbehrlich sind. *Si la méthode — sagt Haüy — ne les réclame pas, il ne sont pas perdus pour la science; nous n'en avons pas besoin pour reconnaître les minéraux, mais ils servent à nous les faire mieux connaître.* — Der Grund warum man diesen Verhältnissen nicht mehr Aufmerksamkeit geschenkt hat, liegt zum Theil darin, daß bekanntlich die Oberfläche der Krystalle den Charakter der Krystalle wechselt (eine glatte Fläche von Quarz zeigt mit Wolltuch gerieben + Elektricität, eine matte und rauhe — Elektricität), daß dieser Charakter eben so durch die Art des Reibzeugs gewechselt werden kann (Quarz und Bernstein auf glatten Flächen mit einem Stöpsel von vulkanisirtem Kautschuck gerieben, erhalten beide + Elektricität, während ein Stück Tuch am Quarz + Elektricität und am Bernstein — Elektricität hervorruft), daß Temperatur und die Beschaffenheit der Luft von Einfluß, und daß die kurze Dauer der erregten Elektricität mancher Probe keine sichere Bestimmung zuläßt, auch der Gebrauch der elektrisirten Haüy'schen Nadel leicht Irrungen veranlassen kann.

Einige der erwähnten Uebelstände, welche einer gleichmäßigen Bestimmung hinderlich sind, lassen sich durch Uebereinkommen beseitigen. Dieses betrifft namentlich die Art des Reibzeugs. Man hat bei Wolltuch bemerkt, daß es sich nicht immer gleich erhält und ebenso Seidenzeug, und in der gegenwärtigen Zeit, wo für dergleichen Gegenstände der Industrie die mannigfaltigsten Stoffgemische und Surrogate vorkommen, dürfte es schwer seyn, ein constant gleiches Material dieser Art zu finden. Ich möchte daher vorschlagen, zum Reiben gewöhnliches *Hirschleder* anzuwenden, welches ziemlich nahe die Effecte des Wolltuchs giebt und gut zu handhaben ist. Mit Substanzen, welche fast unter allen Umständen immer dieselbe Elektricität annehmen, also auch, (mit entgegengesetzten Zeichen) immer

dieselbe hervorufen, wie z. B. Kautschuck und Guttapercha, sind begreiflicherweise keine Unterscheidungskennzeichen zu gewinnen.

Wenn man die Prüfung auf Reibungs-Elektricität nur mit *glatten* natürlichen und künstlichen Flächen, außern oder Spaltungsflächen anstellt, und zum Reiben Hirschleder anwendet oder Lamellen mit Durchziehen zwischen den Fingern reibt, so kann man ohne anderen Apparat mit dem Gernshaar allein eine Gruppe der positiv-elektrischen und eben so eine der negativ-elektrischen guten Isolatoren feststellen; man kann ferner, wie ich früher gezeigt habe¹⁾, auf eine sehr einfache Art durch galvanische Erregung die Gruppe der guten Leiter unterscheiden, und hat weiter an den schlechten Leitern und Isolatoren eine dritte Gruppe, für welche das Fehlen der Kennzeichen der genannten Gruppen charakteristisch ist. Zur näheren Bestimmung mag folgendes angeführt werden.

I. Gruppe der guten Isolatoren.

Sie wirken, für sich gerieben, anziehend auf den Fühler.

a. Positiv-elektrische Isolatoren.

Sie wirken, elektrisirt, abstoßend auf den + Zeiger.

Beispiele: Calcit, Aragonit, Liparit, Baryt, (Coelestin schwach), Brongniartin, Gyps, Anhydrit, Apatit, Quarz, Topas, Smaragd, Grossular, Vesuvian, Distthen, Orthoklas, Albit, Turmalin, Axinit, Zircon, Muskowit, Spinell, Alaun, Steinsalz usw.

b. Negativ-elektrische Isolatoren.

Sie wirken, elektrisirt, abstoßend auf den - Zeiger.

Beispiele: Talk, Schwefel, Operment, Bernstein, Asphalt.

II. Gruppe der guten Leiter.

Sie wirken, für sich gerieben, nicht anziehend auf den Fühler, und belegen sich, mit einer Zinkkluppe gefasst und in Kupfervitriollösung getaucht, mehr oder weniger schnell mit metallischem Kupfer.

1) Erdmann's Journ. Bd. L, (1850) S. 76.

Beispiele: Graphit, gediegen Gold, Silber Platin, Galenit, Pyrit, Arsenopyrit, Chalkopyrit, Kobaltin, Smaltin, Magnetit usw.

III. Gruppe der (relativ zu II) schlechten Leiter (und schlechten Isolatoren).

Sie wirken, für sich gerieben, nicht oder nur sehr schwach anziehend auf den Fühler, und belegen sich nicht mit Kupfer wenn sie mit der Zinkkluppe gefasst in eine Kupferlösung getaucht werden.

Beispiele: Diamant, Coelestin, Almandin, Melonit, Biotit und Phlogopit, Ripidolith und Klinochlor, Pennin, Apalcim, Sphen, Antimonit, Hämatit, Franklinit, Zinkenit, Jamesonit, Chromit, Cuprit, Pyrolusit Manganit, Psilomelan, Hausmannit, usw.

Will man die Art der Elektricität der Mineralien der zweiten und dritten Gruppe bestimmen, so muß man sie isoliren, was gewöhnlich durch befestigen mit Wachs oder Schellack am Querschnitt eines geeigneten dicken Glasstabes geschieht, oder man drückt den Krystall in einen Wachs-kuchen, welchen man in eine kleine, mit der Hand leicht zu fassende niedere Schachtel gießt. Die zu reibende Fläche muß frei und ohne daß man dabei das Wachs berührt, gerieben werden können. Man nähert dann die Proben dem Fühler, und wenn dieser anschlägt, reibt man wiederholt und prüft mit den Zeigern.

Da es bei kleinen Krystallen oft bequem ist, sie in Wachs gedrückt und so festgehalten zu reiben und man sie dadurch isolirt, so hat man, um zu sehen, ob sie in die Gruppe I gehören oder sich ihr nähern, nur eine Stelle neben der geriebenen mit dem Finger zu berühren und dann die Untersuchung vorzunehmen. Gute Isolatoren verlieren dadurch ihre Elektricität nicht. Die Probestellen sollen nicht gar zu klein und besonders bei Leitern wenigstens einige Linien groß seyn. Bei der Prüfung mit dem Fühler ist wohl zu beachten, daß dieser nicht elektrisirt sey (etwa von einem vorhergehenden Versuch mit einem elektrischen Isolator).

Um darüber sicher zu seyn, berührt man ihn mit dem Finger oder besser einem Metallstück.

Beim Reiben ist ein gleichzeitiger Druck anzuwenden und möglichst schnell zu reiben. Das Hirschleder bindet man über ein in der Form eines Pistills oder Pfeifenstopfers gedrehtes Holz '). Die Spaltungsblätter reibt man, wie schon gesagt, am besten durch rasches Durchziehen zwischen Daumen und Zeigefinger, nöthigenfalls mit Anwendung eines hirschledernen Handschuhs.

Die Leiter und Halbleiter verlieren oft die durch Reiben erregte Elektrizität so schnell, daß auch ein Isoliren nicht zum Zwecke führt, und viele dabei keine Spur von Anziehung am Fühler zeigen; hier ist also die Bestimmung der Art der Elektrizität als Kennzeichen nur von untergeordnetem Werth. Isolirt gerieben, zeigt der Diamant deutlich +Elektrizität, Argentit, Kobaltin, Pyrit und Antimonit — Elektrizität; Galenit sehr schwach —; Hämatit, Magnetit, Kupfer, Platin, Palladium, Wolfram, Zinnstein, Rutil, Amalgam zeigen fast gar keine Elektrizität. Kupfervitriol und Eisenvitriol stehen der Gruppe I nicht fern, sie werden isolirt +elektrisch, zeigen aber auch, wenn sie mit dem Finger berührt werden, deutlich das Abstoßen des +Zeigers. Haüy giebt für sie — Elektrizität an²⁾. Da es nicht wahrscheinlich ist, daß er nicht glatte Krystallflächen untersucht habe, so dürfte diese Bestimmung durch die weniger sichere von ihm befolgte Untersuchungsmethode veranlaßt seyn, und bedürfen die damaligen Angaben überhaupt einer Revision. Möglicherweise sind auch, wie es wohl geschehen kann, die Flächen beim Reiben rauh geworden.

Auffallend war, daß der Cölestin gegenüber dem Baryt sich nur sehr schwach elektrisch zeigte. Die glattesten Flächen von Krystallen aus Sicilien, von Salzburg und

1) Wenn durch öfteren Gebrauch das Leder geglättet oder durch abfärbende oder sich abschuppende Substanzen verunreinigt ist, muß ein neues angewendet werden.

2) *Traité de Minéralogie, Edit. II, T. I, p. 257.*

Bristol verhielten sich so. Dolomit zeigt sich auch merklich schwächer als Calcit. Diopsid von Ala zeigt sich nicht elektrisch, die Varietäten von Zillerthal und Piemont gaben + Elektrizität.

Ein ziemlich großblättriger Muskowit von Aschaffenburg gab weder beim Reiben mit Hirschleder, noch beim Streichen mit den Fingern eine merkliche Spur von Elektrizität, während, wie oben angeführt, ein Muskowit von Grafton beim Durchziehen durch die Finger außerordentlich elektrisch wird; doch ist dies auch nicht bei allen abgeschnittenen Streifen von derselben Tafel gleich. Die best elektrischen geben eine Art von Klang beim raschen Streichen. Die Biotite von Monroe und aus Sibirien zeigen sich bei solcher Behandlung fast ganz unelektrisch, eben so der angewandte farblose Phlogopit von Oxbow in New-York.

Ich habe in der Gruppe III auch den Pyrolusit und Manganit genannt, welche sonst bei den Physikern als gute Leiter gelten. Sie zeigen sich auch so, wenn man sie dem elektrisirten Fühler nähert, welcher nach dem Berühren sogleich wieder abspringt; gleichwohl bringen sie mit Zink in Kupfervitriol nicht den galvanischen Strom hervor, wie Pyrit, Galenit, Magnetit usw., wie ich mich wiederholt überzeugt habe. Während sich nämlich diese, mit der Zinkkluppe gefasst, in Kupfervitriollösung fast sogleich mit glänzendem Kupfer belegen, zeigt sich auf Pyrolusit und Manganit auch nach einer Minute keine Spur eines Kupferbeschlages. Was die Ursache davon, weiß ich nicht.

Nachstehende Salze, an welchen ich ebene Flächen reiben konnte, zeigten sich sämmtlich + elektrisch. Sie gehören zu den obenbezeichneten Gruppen I und III. Die meisten wurden, der Kleinheit der Krystalle wegen, isolirt gerieben, und zu der Gruppe I diejenigen gezählt, welche denn auch noch den + Zeiger deutlich abstieffen, wenn sie in der Nähe mit dem Finger berührt wurden.

Zur Gruppe I gehörig:

Schwefelsaures Kali	Essigsaur. Kupferoxyd-Kalk
Bittersalz	Chlorsaar. Baryt
Schwefelsaur. Nickeloxyd-Ammoniak	» Kali, stark
» Kupferoxyd-Kali	Äpfelsaur. Kalk, zieml. stark
» Kobaltoxyd-Kali	Staurit
» Magnesia-Ammoniak	Taurin
Essigsaur. Kupferoxyd	

Zur Gruppe III gehörig.

Dithionsaur. Natron	Chromsaur. Kali
Schwefelsaur. Nickeloxydul	Doppelt do. do.
» Nickeloxyd-Kali	Chromalaun
» Magnesia-Kali	Pyrophosphor. Natron
» Magnesia-Eisenoxydul	Traubensäure
Borax	Kleesäure
Borsaurer Ammoniak	Citronsaar. Natron
Kali- und Natronsalpeter	Veinsaur. Ammoniak
Zucker	do. Kali-Natron

Sehr schwach oder gar nicht elektrisch zeigten sich:

Arsensaar. Kali und Natron	Unterschweflgs. Natron
Chlorwismuthkalium	Ammonium-Eisencyanür-Salmiak
Doppelt chrom. Ammoniak	Kalium-Eisen-Cyanür u. Cyanid
Schwefels. Manganoxydul	Natrium-Eisen-Cyanür
do. Eisenoxydul-Kali	Nitroprussidnatrium

Zusatz. Hr. Prof. Bischof hatte die Güte, die besprochenen Gemshaare mikroskopisch zu untersuchen und mir Nachstehendes darüber mitzutheilen. »Die Haare des sogenannten Gembartes sind im Ganzen übereinstimmend mit denen anderer Thiere, namentlich mit denen des Rehs und Hirsches gebaut. Sie besitzen ein ausgezeichnet entwickeltes Epithelium, welches besonders an der Spitze schon an den bekannten Querlinien leicht zu erkennen ist, und sich bei Behandlung mit Schwefelsäure in starken Schuppen ablöst. Die faserige Rindensubstanz ist dagegen an diesen Haaren sehr wenig ausgebildet, ja sie fehlt vielleicht gegen den unteren Theil des Haares ganz und wird hier nur durch das Epithelium ersetzt. Wie immer enthalten die Rindenfasern auch hier das Pigment, daher denn

auch
braun
ersche
starke
gesagt
Diese
Spitze
stanz
ist ba
ganze
lich g
luftha
ten R
ohne
auf ei
»S
des o
zusam
dafs i
densch
herrse
»A
ich w
auch
der R
»I
Katze
gegen
allein
als di
»I
ren F
kalter
zeiger
fehlt
stanz.

auch diese Haare nur in ihren oberen zwei Dritteln schwarzbraun, in ihrem unteren Drittel nur mehr gelblich gefärbt erscheinen. Sehr ausgezeichnet sind diese Haare durch die starke Entwicklung der Marksubstanz, worin sie aber, wie gesagt, mit denen des Rehes und Hirsches übereinstimmen. Diese Marksubstanz geht, wie immer, nicht ganz bis in die Spitze des Haares, welche auch hier nur aus Rindensubstanz besteht; allein gleich unter der Spitze beginnt sie und ist bald so stark ausgebildet, daß sie, wie gesagt, fast die ganze Dicke des Haars einnimmt. Sie besteht aus ansehnlich großen schwach polygonal gegen einander gedrängten lufthaltigen Zellen, die eben wegen der gering entwickelten Rindenschicht in der unteren Hälfte des Haares schon ohne Weiteres bei der Längensicht, natürlich aber auch auf einem Querschnitt, leicht zu erkennen sind.«

»Sollte also das entgegengesetzt elektrische Verhalten des oberen und unteren Endes des Haares mit seinem Baue zusammenhängen, so würde dasselbe etwa darauf beruhen, daß in dem oberen Theil des Haares die pigmentirte Rindenschicht, in der unteren die lufthaltige Marksubstanz vorherrscht.«

»An den älteren nicht mehr elektrischen Haaren konnte ich weiter keinen Unterschied wahrnehmen, als daß, wie auch schon ihr äußeres Ansehen zeigt, der Farbstoff in der Rindenschicht mehr abgeblaßt ist.«

»Die bekanntlich auch stark elektrischen Haare der Katze (wenigstens der von mir untersuchten) haben auch gegen andere Haare eine stark luftführende Marksubstanz, allein zugleich doch auch eine viel stärkere Rindensubstanz als die Gemshaare.«

»Die stark elektrischen blonden Kopfhare eines älteren Frauenzimmers, welche beim Kämmen, namentlich in kalter (trockner) Luft auseinanderfahren und stark knistern, zeigen in ihrem Bau keine Eigenthümlichkeit, namentlich fehlt ihnen, wie meistens den Kopfharen, die Marksubstanz.«

VIII. Ueber Verluste an fester Substanz, welche die Pflanzen beim langsamen Trocknen erleiden;
von Johannes Gädicke.

Im Jahre 1858 machte ich im Laboratorium des (seitdem verstorbenen) Professors Schulz-Fleeth zufällig die Bemerkung, daß die Pflanzen beim langsamen Trocknen an der Luft nicht unerhebliche Verluste an Trockensubstanz erleiden. Ein Zweig von *Mesembryanthemum rubrocinctum* wog 756 Gran und hinterließ, nachdem er funfzehn Tage der warmen Sommerluft ausgesetzt gewesen war, nach längerem Trocknen bei 120° 49 Gran oder 6,5 Proc. Trockensubstanz. In einem ähnlich gebildeten Exemplar wurde durch schleuniges Trocknen der frischen Pflanze bei 120° der Gehalt an Trockensubstanz zu 14 Proc. bestimmt. Wenn man annimmt, daß die Gehalte an Trockensubstanz in ähnlich gebildeten und unter gleichen Bedingungen erzeugten Pflanzen derselben Art nur geringe Differenzen in ihrem Gehalt an Trockensubstanz zeigen, eine Annahme, die spätere Versuche bestätigen werden, so wird der Fehler nicht bedeutend werden, wenn man den ursprünglichen Trockengehalt in den beiden verarbeiteten Pflanzen gleich setzt. Demnach müßte die zuerst erwähnte Pflanze, wenn sie schnell getrocknet worden wäre, 105 Gran Trockensubstanz hinterlassen haben. Da aber die directe Bestimmung nur 49 Gran ergab, so waren beim langsamen Trocknen 56 Gran oder 53 Proc. der Trockensubstanz verloren gegangen. Es wurden, um nachzuweisen, daß nicht nur bei den zählebigen *Succulenten*, sondern auch bei anderen Pflanzen derartige Verluste stattfinden, Versuche angestellt mit *Medicago sativa*, mit *Arrhenatherum elatius* und mit *Secale cereale*, deren Resultate durch die nachstehende Tabelle gegeben werden.

No. 8

Versuch

1

2a

3

4

5

6

7a

8a

9

Un

zustell

gleich

nomme

Länge

war.

schnell

angeste

les Tr

Rechnu

stanz u

von 20

Trocke

und ga

Bei

stande

im erst

um luf

No. des Versuches	Gewicht der frischen Pflanze in Gramm	Gew. der bei 120° getrockneten Pflanze	Trockensubstanz in Procenten		Verlust in Procenten der Trockensubstanz
			nach Analogie angenommen	gefunden	

Versuche mit *Medicago sativa*.

1	1,711	0,475	—	27,7	—
2a	2,003	0,532	—	26,6	—
b	2,003	0,450	26,6	22,4	15,4
3	1,643	0,419	26,6	25,5	4,1
4	1,901	0,442	26,6	23,2	12,7
5	2,043	0,437	26,6	21,4	19,5
6	2,025	0,482	26,6	23,8	10,6

Versuch mit *Arrhenatherum elatius*.

7a	—	—	—	22,8	—
b	3,289	0,682	22,8	20,7	9,2

Versuche mit *Secale cereale*.

8a	0,540	0,104	Mittel 20,1 =	19,3	—
b	0,286	0,0605		21,0	—
c	0,4085	0,0815		19,9	—
d	0,256	0,052		20,3	—
9	11,123	2,143	20,1	19,2	4,6

Um die erste Versuchsreihe mit *Medicago sativa* anzustellen, wurde im August 1859 eine Staude mit vielen gleichgebildeten Aesten mit der Wurzel aus der Erde genommen, und unmittelbar darauf die Zweige in solcher Länge abgeschnitten, daß bei allen die Blattzahl dieselbe war. Gleich nach dem Abschneiden wurde jeder Zweig schnell gewogen und numerirt. Versuch 1 und 2a wurden angestellt um den Gehalt an Trockensubstanz durch schnelles Trocknen bei 120° zu ermitteln. Bei den folgenden Rechnungen wurde der, einem Verluste an Trockensubstanz ungünstigere, in Versuch 2a gefundene Trockengehalt von 26,6 Proc. zu Grunde gelegt. Die zurückbleibende Trockensubstanz von Versuch 2a wurde wieder befeuchtet und gab das in 2b verzeichnete Resultat.

Bei Versuch 3 wurde die Pflanze im zerschnittenen Zustande, bei Versuch 4 unverletzt an der Luft getrocknet; im ersteren Falle brauchte die Pflanze 4, im letztere 8 Tage, um lufttrocken zu werden.

In Versuch 5 wurde der zerschnittene, in Versuch 6 der unzerstörte Ast längere Zeit einer feuchten Atmosphäre ausgesetzt.

Bei Versuch 5 hatte sich, weil das Wasser zufällig direct mit der Pflanze in Berührung gekommen war, eine Schimmelvegetation ausgebildet; daher der bedeutende Verlust.

Zu Versuch 7a und b dienten zwei zugleich nebeneinander aufgewachsene Exemplare von *Arrhenatherum elatius*. Im ersten wurde der Trockengehalt sogleich bestimmt, das andere wurde erst an der Luft und dann bei 120° getrocknet.

Die Versuche mit *Secale cereale* sollten Aufschluss über die Art des Verlustes geben. Es sollte nämlich durch Vergleichung der Elementaranalysen der unmittelbar bei 120° und der vorher an der Luft getrockneten Pflanzen die Bestandtheile des Verlustes bestimmt werden. Der Versuch mußte indessen unterbrochen werden. In dem Versuch 8a, b, c, d wurde an vier verschiedenen Exemplaren der Trockengehalt bestimmt, und das Mittel der vier Bestimmungen dem Versuch 9 zu Grunde gelegt, zu welchem eine größere Anzahl von Exemplaren bestimmt wurde, die Lufttrockne zu erlangen. Die letztere war indessen noch nicht vollendet, so daß die Pflanzen noch völlig weich waren, als der Versuch beschleunigt zu Ende gebracht wurde. Versuch 8 zeigt zugleich, daß die Schwankungen im Trockengehalt unbedeutend sind.

Aus den angestellten Versuchen ergeben sich die nachstehenden Resultate:

- 1) Es wurde in allen Fällen ohne Ausnahme bei langsamem Trocknen, ein Verlust an Trockensubstanz constatirt: ein wiederholter Beweis, daß die Pflanzen im getrockneten Zustande in ihrer festen Masse eine andere Zusammensetzung haben, als frisch.
- 2) Es folgt aus Versuch 2b, daß wiederholtes Befeuchten und aus Versuch 5, daß Schimmelbildung starke sekundäre Verluste bedingen.
- 3) Die Versuche 3 und 4 ergeben, daß ein Theil des

Die
Voraus
sofortig
Ob
Beobach
Wenn
rungen
zu müs
ren ge
Wasser
wurde
mit W
und No
ergab 2
substanz
Trocken
zu 1,6
We
stattgef
töffel w

In d
zugefügt
beiläufig
bestimm
titrirter
Zuckerg
und deu
wurde a
Gehalt v

Poggendorf

Verlustes einem fortgesetzten Vegetationsprozess zuzuschreiben ist.

Die Resultate der angestellten Versuche, wurzeln in der Voraussetzung, daß die Trockensubstanz der Pflanze nach sofortigem Trocknen bei 120° keinen Verlust erlitten hat.

Ob dieser Satz richtig sey, wird zweifelhaft durch eine Beobachtung, die ich bei der Analyse einer Kartoffel machte. Wenn schon dieser vereinzelte Fall noch nicht zu Folgerungen berechtigt, so glaube ich denselben doch mittheilen zu müssen. Aus einer Kartoffelscheibe wurden drei Sectoren geschnitten und schnell gewogen. No. I wurde mit Wasser ausgezogen und dann bei 120° getrocknet, No. II wurde mit verdünnter Schwefelsäure längere Zeit gekocht, mit Wasser gut ausgewaschen und bei 120° getrocknet, und No. III wurde mehrere Tage bei 120° getrocknet und ergab 25,0 Proc. Trockensubstanz. No. I ergab Trockensubstanz minus Wasserextract zu 23,6 Proc. No. II gab Trockensubstanz minus Wasserextract, minus Stärkegehalt zu 1,6 Proc. und wurde als Cellulose betrachtet.

Wenn nun beim Trocknen von No. III kein Verlust stattgefunden hat, so berechnet sich die Analyse der Kartoffel wie folgt:

Cellulose	1,6 Proc.
Stärke	22,0 "
Wasserextract	1,4 "
Wasser	75,0 "
	<hr/> 100,0

In dem Filtrat von No. II, dem das Waschwasser hinzugefügt war, wurde mit Löwenthal'scher Kupferlösung, die, beiläufig gesagt, sehr empfehlenswerth ist, der Zuckergehalt bestimmt, indem die Menge des reducirten Kupferoxyduls mit titrirter Chamäleonlösung ermittelt wurde. Der gefundene Zuckergehalt, der theils von der Stärke, theils von Dextrin und dem in der Kartoffel präexistirenden Zucker stammte, wurde auf Stärke berechnet und ergab in der Kartoffel einen Gehalt von 25,4 Proc. Stärke.

Bei demselben Versuch blieben 1,6 Proc. Cellulose übrig, so daß der Trockengehalt, wenn man die in der verdünnten Säure gelösten nicht ermittelten anorganischen und organischen Stoffe = 0 setzt, mindestens 27 Proc. betragen muß. Der directe Versuch bei No. III ergab aber nur 25 Proc. Es scheint also, daß 2 Proc. der Kartoffel oder 7,4 Proc. der Trockensubstanz beim Trocknen verloren gegangen sind. An der weiteren Fortführung der Arbeit vorläufig verhindert, übergebe ich hiermit die gewonnen Resultate der Oeffentlichkeit, um dadurch vielleicht Anlaß zu weiteren Versuchen zu geben, indem ich darauf hinweise, daß dieselbe nicht nur für die Pflanzenphysiologie, sondern auch in practischer Beziehung für den Heubereitungsprozeß einige Bedeutung erlangen können.

Berlin im März 1863.

IX. *Apparat zur Messung der Geschwindigkeit des Schalls; von R. König.*

(*Compt. rend. T. LV, p. 609.*)

Ich habe einen Apparat construirt, mittelst dessen man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in Luft, in Gasen oder Flüssigkeiten messen kann, ohne einer bedeutenden Standlinie zu bedürfen, so daß sich künftig die Versuche in einem Hörsaal, einem Garten usw. anstellen lassen werden.

Das Princip des Apparats beruht auf Anwendung der Methode der Coincidenzen. Die trocknen Schläge zweier elektrischen Zähler, welche Zehntel-Sekunden angeben, hört man zunächst als einfache Schläge, wenn die beiden Zähler dicht bei einander stehen, dann allemal, wenn einer (*chacun*) der beiden sich von dem Beobachter in einem Abstände befin-

det, welcher ungefähr ein Multiplum von 33 Metern ist, von der Strecke, welche der Schall in einer Zehntel-Sekunde durchläuft. Dagegen vermischen sich die Geräusche und fallen nicht mehr zusammen, wenn die beiden Zähler in intermediären Abständen befindlich sind.

Folgendes sind die Stücke, aus welchen dieser Apparat besteht. Eine Stimmgabel, welche genau 10 doppelte (20 einfache) Schwingungen in der Sekunde macht, ist horizontal auf einem Gestell befestigt, zwischen zwei Elektromagneten, die über und unter den Enden der beiden Schenkel angebracht sind. Der obere Schenkel trägt einen Stahlstift, dessen Spitze bei jeder Schwingung in ein Quecksilberbad taucht. Zehn Mal in der Sekunde stellt der Contact dieser Spitze mit dem Quecksilber einen Strom her, welcher die Stimmgabel und die Drahtrollen durchläuft, und zehn Mal bewirkt die Anziehung dieser Elektromagnete durch Auseinander-Biegung der Schenkel der Stimmgabel eine Unterbrechung des Stromes. In dieselbe Kette schaltet man die beiden Zähler ein, welche dem zufolge gleichzeitig mit den Schwingungen der unterbrechenden Stimmgabel zehn Schläge geben. Jeder dieser Zähler besteht aus einem horizontalen Elektromagnet und einer Resonanz-Büchse, auf welcher eine verticale Springfeder befestigt ist, die eine transversale Lamelle trägt, versehen in der Mitte mit einem Knöpfchen, das im Zustande der Ruhe sich gegen eine in die Wand der Büchse eingelassene Metallplatte stützt. So lange der Strom den Elektromagnet durchläuft, zieht dieser die Lamelle der Feder an, und allemal, wenn der Strom unterbrochen wird, läßt diese Lamelle vom Magnete ab und schlägt gegen die Platte. Auf diese Weise bekommt man eine Reihe trockner Schläge, deren Intensität sich durch die Wahl der Feder und der angewandten Säule leicht verändern läßt. Die unterbrechende Stimmgabel wird regulirt mittelst zweier auf ihren Schenkeln verschiebbaren Laufgewichte, und eines Spiegels, der am oberen Schenkel befestigt ist, unter und gegenüber dem Spiegel einer anderen, 80 einfache Schwingungen machenden Stimm-

gabel, die in ein isolirtes Gestell eingefügt ist. Eine kleine polirte Stahlkugel reflectirt sich anfangs in dem oberen Spiegel, darauf in dem unteren Spiegel, und die untere Stimmgabel befindet sich auf 20 einfache Schwingungen abgestimmt, sobald der reflectirte Strahl beständig die optische Figur der Curve beschreibt, welche nach Hrn. Lissajous dem Verhältniß 4:1 entspricht. Die Stimmgabel von 80 Schwingungen ist ihrerseits vom Scheibler'schen Tonometer abgeleitet.

Die Schenkel der unterbrechenden Stimmgabel müssen nothwendig sehr dünn seyn, und es hält schwer sie streng in Einklang zu bringen; es ist daher besser, einfach den unteren Schenkel zu fixiren. Nichts hindert übrigens statt der Stimmgabel von 10 Doppel-Schwingungen eine andere, noch langsamer schwingende zu nehmen. Der gegenwärtige Apparat ist noch bei weitem nicht vollkommen, aber er vereinigt schon alle wesentliche Elemente in sich.

Hr. Faye macht zu dieser, von ihm der Akademie am 6. Oct. v. J. vorgelegten Beschreibung die Bemerkung, daß die Notiz, welche er in der Sitzung vom 29. Sept. über denselben Gegenstand vorlas ¹⁾, das Verdienst und selbst die

1) In dieser Notiz spricht sich Hr. F. über den Gegenstand folgendermaßen aus: »Die Methode der hörbaren Coincidenzen, deren man sich seit langer Zeit in Deutschland und Rußland bedient, um in demselben Saale Pendeluhren und Chronometer zu vergleichen, und welche ich in die Pariser Sternwarte einführte, wo man sich zu demselben Zweck der einfachen *Topps* (*tops*) bediente, ist nicht allein, wie ich d. J. 1854 Hrn. Airy und Hrn. Le Verrier mittheilte, zur elektrischen Bestimmung geographischer Längen anwendbar, sondern kann auch zu anderen interessanten Untersuchungen benutzt werden, z. B. zur Messung der Schallgeschwindigkeit. Gesezt, ein elektrischer oder mechanischer *) Zähler gebe von Sekunde zu Sekunde Sternzeit trockne Schläge an dem einen Ende einer Standlinie, deren Länge der Inten-

*) Bei einem mechanischen Zähler wäre man genöthigt den Chronometer zu transportiren, um ihn direct mit dem Zähler zu vergleichen; während ein elektrischer Apparat seine Schläge abwechselnd an beiden Enden der Standlinie vollziehen könnte und somit gestattete, die nöthigen Vergleiche ohne Transport zu machen.

Prioritätsrechte des Hrn. K. in nichts beeinträchtigen könne. Der Apparat desselben sey schon vor langer Zeit construirt und für die Lóndoner Ausstellung bestimmt gewesen, ehe er (Hr. Faye) etwas über den Gegenstand veröffentlichte, mit dem er sich i. J. 1854, bei Gelegenheit der telegraphischen Verknüpfung der Sternwarten von Greenwich und Paris blofs speculativ beschäftigte.

Hr. F. will nur auf die Verschiedenheit beider Methoden aufmerksam machen. In der von ihm beschriebenen ist der Unterbrecher ein Sekundenpendel und nicht eine Stimmgabel, die Zehntel-Sekunden schlägt, und die Schall-

sität des Schalles angemessen sey, und an deren anderen Ende man die Coincidenzen dieser Schläge mit denen eines zuvor mit dem Zähler verglichenen Chronometers mittlerer Zeit beobachte. Leicht wird es seyn nach einigen Minuten, bis auf 0,01 Sekunde zu bestimmen, welche Zeit der Schall zur Durchlaufung dieser Standlinie gebraucht, — ein unvergleichlich bequemes und genaueres Verfahren als dasjenige, welches die Mitglieder der älteren Akademie und später die Mitglieder des Längenbüreaus zu Villejuif anwandten. Man würde solchergestalt die mannigfaltigsten und genauesten Data über den Einfluß der Temperatur, des Drucks, der Feuchtigkeit und Windrichtung mit wenigen Kosten sammeln, die dann von der Analyse weiter benutzt werden könnten. Dagegen wäre es schlecht angethan, die Versuche in dieser Beziehung abzuändern, wenn es sich darum handelte, wie ehemals, eine Batterie von Kanonen mit Artilleristen in Thätigkeit zu setzen. Die zu lange anhaltenden Töne der Explosionen verstatten übrigens keine große Genauigkeit, während die angezeigte Methode sich für alle Combinationen eignet und eine höhere Genauigkeit besitzt, was sie der Anwendung des Vernier-Principis auf die Theilung der Zeitsekunde in eine große Anzahl gleicher Theile*) und der Vollkommenheit, mit welcher das Ohr die Coincidenzen rhythmischer Töne auffasst, verdankt. So schmeichelte ich mir im J. 1854 vor Hrn. Airy die vier Meter, welche die Sternuhr (zu Greenwich) von dem am Meridiankreis stehenden Beobachter trennen, merklich zu machen, und ich glaube, es würde gelungen seyn, obwohl es sich hier nur um $\frac{1}{25}$ einer Sekunde handelte, wenn die Schläge der Pendeluhr kürzer gewesen wären. (*Compt. rend. LV, p. 521.*)

*) Wenn die Coincidenzen von 6 zu 6 Minuten erfolgen, wird die Sekunde in 360 gleiche Theile getheilt. Man muß Anfang, Mitte und Ende der Coincidenzen aufzeichnen, ganz wie bei Beobachtung der Pendeluhr, nicht mehr mit Ohr, sondern mit Auge.

geschwindigkeit wird gemessen mittelst einer Basis von gegebener Länge und mit Hilfe von Coincidenzen, die periodisch in Momenten erfolgen, die man mit einem Chronometer beobachtet. Bei dem Versuch des Hrn. König dagegen, muß man sich, um die (permanenten) Coincidenzen zu erhalten, mit einem der Zähler auf 33 Meter oder einem Multiplum dieser GröÙe entfernen; allein in beiden Fällen ist der Grad der Genauigkeit derselbe. Um sich zu überzeugen, daß die Häufigkeit der Schläge (10 in der Sekunde) nicht der Schärfe der Wahrnehmung schade, hat Hr. F. den Hrn. K. gebeten, den Versuch vor ihm bei einer Entfernung von etwa 3,5 Met. zu wiederholen, der einzigen, welche die Länge des Leitdrahts, mit dem der Apparat damals versehen war, erlaubte. Die Personen, welche diesem Versuch beiwohnten, waren überrascht von dem erhaltenen Effect; die Unterbrechung der Coincidenz der Schläge erzeugte auf ihre Organe einen Effect, merklich (*sensible*) genug um unangenehm zu seyn, obwohl der permanente Vorsprung der einen vor den anderen nur eine Zehntel-Sekunde betrug.

Schließlich spricht noch Hr. Faye den Wunsch aus, daß der Apparat des geschickten und kenntnißreichen Mechanikers von den Physikern benutzt werden möge zu feinen akustischen Versuchen, wozu er sich mit eben so viel Leichtigkeit als Genauigkeit eignen würde.

**X. Ueber den festen Arsenwasserstoff (As_2H);
von Dr. Wiederhold.**

Man kennt zwei Verbindungen des Arsens mit dem Wasserstoff. Die eine ist gasförmig, die andere fest. Die letztere Verbindung, welche man auch Wasserstoffarsenik nennt, ist bisher nur sehr wenig untersucht worden. Die Angaben der Chemiker, welche Versuche mit diesem Körper angestellt haben, sind rücksichtlich der Bildungsweise, Zusammensetzung und der Eigenschaften desselben, theils abweichend, theils so unvollkommen, daß man wohl sagen darf, die Natur dieser Verbindung sey bisher so gut wie unbekannt. Ich will der Beschreibung der Versuche, welche ich mit diesem interessanten Körper angestellt habe, einen kurzen Bericht über die Mittheilungen früherer Forscher vorausschicken. Davy ¹⁾ giebt an, daß sich Wasserstoffarsen bilde, wenn man einen elektrischen Strom durch Wasser leite und dabei Arsen-Metall zum negativen Pole nehme. Magnus ²⁾ sah bei Wiederholung dieses Versuches sich nur Spuren des Körpers bilden. Davy fand ferner, daß bei der Zersetzung des Arsenik-Kaliums und -Natriums durch Wasser das Wasserstoffarsen als ein braun-rothes Pulver zurückblieb, eine Beobachtung, welche von Gay-Lussac und Thenard bestätigt wurde. Man findet ferner in verschiedenen Lehrbüchern der Chemie Angaben, wonach sich Wasserstoffarsen beim Auflösen einer Legirung von Arsen Zink oder Arsen-Zinn in Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure bilden soll; ferner daß das Arsenwasserstoffgas nach längerem Stehen, oder durch den Einfluß der Luft, des Chlors, der Salpetersäure und des Stickoxydgases eine Zersetzung erleide unter Abscheidung von festem Arsenwasserstoff. Soubeiran ³⁾ prüfte einige von diesen letz-

1) Gmelin's Handbuch der Chemie.

2) Diese Annalen Bd. 93, S. 521.

3) Diese Annalen Bd. 95, S. 191.

teren Angaben, fand sie aber nicht bestätigt. Er zieht aus seinen Versuchen die Schlüsse, daß Arsen-Zink und Arsen-Zinn beim Behandeln mit den genannten Säuren kein Wasserstoffarsen bilden, sondern als Rückstand eine in Säuren unlösliche Legirung mit Ueberschuß von Arsen hinterlassen; daß ferner der Niederschlag, welcher sich bei langsamer Einwirkung von Chlor auf Arsenwasserstoffgas bildet, kein Wasserstoffarsen ist, sondern metallisches Arsen. Diese Beobachtung kann ich bestätigen. Was dagegen die Einwirkung von Luft, Salpetersäure und Stickoxydgas betrifft, so fand ich, daß der nach längerem Stehen gebildete Niederschlag ein Gemenge von metallischem Arsen und festem Arsenwasserstoff ist. An manchen Stellen der Glaswand bestand er nur aus metallischem Arsen, während sich in dem Sperrwasser leichte Flocken eines braunrothen Körpers abgesetzt hatten, welcher alle Eigenschaften des Wasserstoffarsens besaß. Auf die Bildung des letzteren aus einer Legirung von Arsen und Zink durch die Einwirkung von Salzsäure, muß ich unten ausführlicher zurückkommen. Von den Eigenschaften des Wasserstoffarsens, von welchem man nach den mitgetheilten, sehr umständlichen und zeitraubenden Methoden nur höchst geringe Mengen sich verschaffen konnte, war durch Magnus (l. c.) festgestellt worden, daß es sich beim Erhitzen in Wasserstoff und Arsen zerlege. Eine directe Analyse wurde bisher nicht vorgenommen. Soubeiran (l. c.) war der Ansicht, daß das geringe Atomgewicht des Wasserstoffs nicht hoffen liefse, durch eine directe Analyse zur wahren Zusammensetzung des Wasserstoffarsens zu gelangen. Er schritt deshalb zu einer indirecten Analyse, indem er die Menge des Arsenwasserstoffgases bestimmte, welches sich bei der Zersetzung des Arsenik-Kaliums durch Säuren bildete. Er berechnete hiernach die Zusammensetzung des Wasserstoffarsens entsprechend der Formel As H_2 . Bei der Schwierigkeit, man könnte sagen Unmöglichkeit, sowohl eine homogene, als oxydfreie Legirung von Arsen-Kalium zu erhalten, bedarf es keiner weiteren Auseinandersetzung, in

wieweit auf dieser Untersuchungsmethode basirte Schlüsse, als ein Ausdruck der Wahrheit bezeichnet werden können.

Die nachfolgend mitgetheilten Untersuchungen über den festen Arsenwasserstoff wurden dadurch ermöglicht, daß es mir gelang, nach einem abgeänderten Verfahren ohne große Schwierigkeit eine etwas größere Menge der genannten Verbindung zu erhalten. Wenn man nämlich eine Legirung von 4 Atomen Zink und 1 Atom Arsen, deren Bildung unter Fetterscheinung erfolgt, oder eine Legirung von 2 Atomen Zink und 1 Atom Arsen in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure auflöst, so erhält man kein Wasserstoffarsen, sondern eine arsenreiche Legirung, wie Soubeiran richtig angiebt. Wählt man dagegen das Verhältniß der zu legirenden Metalle so, daß man die Menge des Arsens erheblich vermindert und eine Legirung von 1 Thl. Arsen und 5 Thl. Zink bildet, so erhält man beim Auflösen derselben in Salzsäure reines Wasserstoffarsen. Bei der Bereitung der Legirung muß man einige zum Gelingen durchaus erforderliche Vorsichtsmafsregeln beobachten. Vor allen Dingen hat man chemisch reine Materialien anzuwenden. Man legt das Arsen auf den Boden eines hessischen Tiegels, darüber das Zink und erhitzt gelinde bis zum Schmelzen des Zinkes. Dann aber muß die Temperatur gesteigert werden, indem man am besten den Tiegel 10 Minuten bis $\frac{1}{4}$ Stunde lang im Windofen erhitzt, wobei man eine Verunreinigung der Masse durch etwa einfallende Kohlenpartikeln durch sorgfältiges Bedecken des Tiegels vermeiden muß. Nach Verlauf der angegebenen Zeit nimmt man den Tiegel aus dem Ofen und gießt die geschmolzene Masse, welche hierbei gewöhnlich theilweise anbrennt, in kaltes Wasser. Die letzten Antheile, welche zähflüssig sind, und sich schwer ausgießen lassen, giebt man verloren. Die erhaltenen Granalien werden gut abgewaschen und in Salzsäure von gewöhnlicher Concentration aufgelöst. Ist das Verhältniß in der Legirung richtig getroffen, so tritt sofort eine stürmische Entwicklung von Wasserstoff und Arsenwasserstoffgas ein, wobei sich die Lösung sehr

rasch gelb färbt. Diese gelbe Farbe geht bald in ein Ziegelroth und schliesslich in Dunkelbraun über. Nach Beendigung der Reaction hat sich auf dem Boden des Gefäßes und auf der Oberfläche der Lösung ein rothbraunes Pulver abgeschieden, welches das Wasserstoffarsen ist. Man gießt die concentrirte Chlorzinklösung ab, behandelt das erhaltene Wasserstoffarsen zur Entfernung etwaiger Reste von Arsen-Zink noch einmal mit Salzsäure und wäscht es schliesslich mit kaltem Wasser aus. Das auf diese Art gewonnene Wasserstoffarsen ist nicht absolut chemisch rein zu erhalten. Es erhält aus dem Arsen eine kleine Verunreinigung von Kohle, welche selbst das sonst reinste Arsen enthält, und die bei Anwendung von mehrmals sublimirten Arsen in dem festen Arsenwasserstoff 0,2 Proc. beträgt, bei mehr oder weniger reinem Arsen aber sich bis zu 4 Proc. steigern kann. Aus 300 Grm. der Legirung erhält man etwa 1 Grm. Wasserstoffarsen.

Die Zusammensetzung dieses Körpers habe ich auf folgende Weise ermittelt: Eine abgewogene Menge der im Wasserbade getrockneten Substanz wurde in eine schwer schmelzbare Glasröhre gebracht, die mit einem durchbohrten Kork, in welchem sich eine kurze Gasleitungsröhre befand, luftdicht verschlossen wurde. Durch einen gut vergypsten Kautschuckschlauch wurde das letztere mit einer U-förmig gebogenen Glasröhre verbunden, deren einer Schenkel sich in der in einer Quecksilberwanne aufgestellten Messröhre befand und zwar so, daß er bis an die Spitze derselben reichte. Die Messröhre war nicht vollkommen mit Quecksilber gefüllt, sondern enthielt in ihrem oberen Theil Luft, so daß das Ende des Gasleitungsrohres nicht durch Quecksilber abgesperrt war, sondern sich in Luft befand. Beim Füllen der Messröhre mit Quecksilber und dem Einbringen des einen Schenkels der U-förmigen Gasleitungsröhre füllt sich die letztere zum Theil mit Quecksilber, was nothwendig ist, weil sonst beim Einstellen der Messröhre in die Wanne das Quecksilber durch den Luftdruck bis zum Niveau des Quecksilbers in der Wanne fallen

würde. Ist der Apparat zusammengefügt, so wird der Stand des Quecksilbers in der Mefsröhre und des Thermometers beobachtet, darauf die Glasröhre allmählich bis zum gelinden Glühen erhitzt. Das Wasserstoffarsen spaltet sich in Wasserstoffgas und Arsen. Das erstere treibt die geringe Quecksilbermenge aus der U-förmig gebogenen Gasleitungsröhre aus, und hierauf vergrößert das Luftquantum des Apparates seinen Raum, was sich durch das Sinken des Quecksilbers in der Mefsröhre ausdrückt. Läßt man den Apparat auf die ursprüngliche Temperatur erkalten, so ergibt die zweite Ablesung an der Quecksilbersäule die Zunahme an Wasserstoff. Zu dem beobachteten Volumen wird das ein für allemal bestimmte Quecksilbervolumen in der U-förmigen Gasleitungsröhre zugerechnet, und das ebenfalls bekannte Volumen der in dem Gas befindlichen Röhre in Abzug gebracht. Die beiden letzten Werthe werden möglichst klein gewählt, so daß sie sich so ziemlich ausgleichen. Bei der Construction des Apparates war, wie leicht ersichtlich, hauptsächlich darauf Bedacht genommen, daß kein Quecksilber bei der Contraction durch Erkalten in die Gasleitungsröhren gelangen sollte, was durch die Ausmündung derselben in Luft verhindert wurde. Durch einen besonderen Versuch wurde in jedem Falle die Menge der dem festen Arsenwasserstoff beigemengten fremden Substanzen bestimmt und zwar durch Wägung des Rückstandes, welcher nach dem Auflösen des Arsens zurückblieb. Das Wasserstoffgasvolum wurde auf eine Temperatur von 0° C. und 0,76 Met. Druck reducirt und hieraus das Gewicht berechnet.

Von den übereinstimmenden Analysen sind nur die mit Maximalwerthen für den Wasserstoff berücksichtigt, weil die Mengen desselben aus Gründen, welche ich unten anführen werde, etwas zu klein ausfallen mußten.

Als Durchschnitt von drei gut stimmenden Analysen erhielt ich aus 1 Grm. festen Arsenwasserstoff 0,00484 Grm. Wasserstoff.
 Die Formel As_2H verlangt . . 0,00668 "
 Die Formel AsH_2 " . . 0,0250 "

Man sieht, daß die Menge des Wasserstoffs nur um 0,184 Proc. von der nach der Formel As_2H berechneten abweicht, während dieselbe von der Wasserstoffquantität, welche der Formel AsH_2 entspricht, sehr erheblich differirt. Für 100 Gewichttheile Wasserstoffarsen erhält man daher:

Gefunden	Berechnet
As 99,516	As 99,332
H 0,484	H 0,668

Das Wasserstoffvolumen fällt wie bemerkt, bei dem Versuche etwas zu gering aus, und zwar aus folgenden Gründen. Beim Erhitzen entwickelt sich ein geringer gelblicher Rauch. Dieser rührt, was ich nicht entscheiden konnte, entweder von einer theilweisen Verflüchtigung des Wasserstoffarsens oder von einer Bildung von Arsen-Suboxyd her, in beiden Fällen wird dadurch die Wasserstoffmenge verringert. Beim Austreiben des Wasserstoffs wird ferner das Arsen in einem so fein vertheilten Zustande zurückgelassen, daß wohl eine Verdichtung von Wasserstoff durch dasselbe anzunehmen ist. Ich glaube daher, daß die Formel As_2H als der wahre Ausdruck für die Zusammensetzung des festen Arsenwasserstoffs zu betrachten ist. Damit ist auch zugleich die Analogie mit der entsprechenden Phosphorverbindung hergestellt.

Eigenschaften des Wasserstoffarsens. Der feste Arsenwasserstoff bildet ein specifisch leichtes sehr voluminöses Pulver von rothbrauner Farbe, dem Ansehen nach täuschend ähnlich dem Bleisuperoxyd. In sehr feiner Vertheilung scheint das Wasserstoffarsen eine gelbe Farbe zu haben, worauf die anfängliche Färbung der Lösung beim bereiten desselben aus der Legierung von Arsen-Zink hin-

deutet. Durch den Einfluß des directen Sonnenlichtes wird die Farbe dunkelbraun.

In Wasser, Weingeist, Aether, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, Steinöl und amerikanischem Erdöläther ist es vollkommen unlöslich.

Ob sich beim Erhitzen ein geringer Theil des Wasserstoffarsens unzersetzt verflüchtigt, konnte nicht mit Bestimmtheit zur Entscheidung gebracht werden. Für eine Verflüchtigung spricht der Umstand, daß bei der Bestimmung der Zusammensetzung der ganze Apparat mit einem, den Wänden anhaftenden widerwärtigen Geruche erfüllt war, welcher von dem des metallischen Arsens verschieden zu seyn schien. In diesem Falle liegt der Verflüchtigungspunkt jedenfalls sehr nahe dem Zersetzungspunkte der Verbindung.

Bei 200° C. wird die Verbindung zerlegt in reines Wasserstoffgas und Arsen.

In der Luft angezündet, verglimmt das Wasserstoffarsen mit einer gelben Flamme wie Zunder. Als Rückstand bleibt arsenige Säure, Arsenmetall und eine geringe Menge einer schwarzen Substanz, die arsenikhaltig ist und wahrscheinlich eine noch nicht bekannte Oxydationsstufe des Arsens ist. Es gelang mir nicht, eine zu einer genaueren Untersuchung erforderliche Menge dieses Körpers zu gewinnen. Bringt man das mäßig erwärmte Wasserstoffarsen in reines Sauerstoffgas, so verbrennt es mit blau-weißer Flamme zu arseniger Säure unter Hinterlassung von einer Spur des schwarzen Körpers.

In rauchender Salpetersäure verbrennt der feste Arsenwasserstoff unter Lichterscheinung zu arseniger- und Arsensäure. In wässriger Salpetersäure von 1,20 spec. Gewicht löst er sich schon in der Kälte auf, ebenfalls unter Bildung von arseniger und Arsensäure.

Wasserfreie Schwefelsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur ohne Einwirkung, beim Erwärmen dagegen oder beim Zubringen von einigen Tropfen Wasser tritt eine Reaction ein. Es bildet sich zuerst schweflige Säure und Wasser.

Als Rückstand bleibt Arsenmetall, bei weiterer Einwirkung aber wird auch das Arsen zu arseniger Säure oxydirt. Rauchende Schwefelsäure bleibt in der Kälte ohne sichtbare Einwirkung auf den festen Arsenwasserstoff. Beim Erhitzen dagegen erfolgt unter Entweichen von schwefliger Säure vollständige Auflösung, indem das Arsen in arsenige Säure übergeht.

Verdünnte Schwefelsäure, sowie überhaupt verdünnte Säuren, mit Ausnahme der Salpetersäure, verhalten sich indifferent gegen das Wasserstoffarsen.

Durch längeres und anhaltendes Kochen mit Wasser tritt allmählich eine geringe Zersetzung ein, wobei arsenige Säure sich in dem Wasser auflöst. Schwefelwasserstoff- und Chlorwasserstoffsäure zersetzen den festen Arsenwasserstoff nicht.

In Königswasser löst sich die Verbindung leicht auf. Es bildet sich arsenige und Arsensäure, letztere in überwiegender Menge.

In Chlorgas fängt das Wasserstoffarsen Feuer und verbrennt vollständig zu Chlorarsen. Von Chlorwasser, wässriger unterchloriger Säure und unterchlorigsauren Alkalien wird es aufgelöst, ebenfalls unter Bildung von arseniger und Arsensäure. Im letzten Falle ist die Einwirkung nicht sehr energisch und muß durch die Wärme unterstützt werden.

In Bromdampf gebracht, bildet der feste Arsenwasserstoff unter Feuererscheinung Bromarsen und Bromwasserstoff; in gleicher Weise im Ioddampf, Iodarsen und Iodwasserstoff. Dieselben Verbindungen bilden sich auch, wenn man die Körper statt in Dampfform einwirken zu lassen, in dem einen Falle eine Auflösung von Brom in Schwefelkohlenstoff, in dem anderen Falle eine weingeistige Iodlösung anwendet.

Alkalien, Kali, Natron und Ammoniak in wässriger Lösung bewirken eine allmähliche Zersetzung, welche schon in der Kälte beginnt, und mit einer Bildung von arsensaurem Alkali verbunden ist.

Verbindungen des festen Arsenwasserstoffs mit andern Körpern habe ich bisjetzt nicht hervorbringen können.

Was schliesslich den physiologischen Wirkungen des Wasserstoffarsens betrifft, so habe ich während der Untersuchung an mir selbst folgende Erfahrung gemacht. Wie schon bemerkt, ist das Wasserstoffarsen ein sehr lockeres Pulver; wenn man bei genauerem Betrachten demselben zu nahe kommt, so genügt der durch die Nase gehende Inspirationsstrom, um eine Quantität des Pulvers mitzureißen und in die Nase zu treiben. Hier lagert es sich auf der Schleimhaut ab und bewirkt eine leichte Entzündung, welche mit Anschwellung der unteren Nasenpartie verbunden ist. Dafs der feste Arsenwasserstoff, innerlich genommen, nicht anders wirkt als andere Arsenpräparate, dürfte hiernach wohl anzunehmen seyn.

Cassel, April 1863.

XI. Ueber die elektrolytische Darstellung des Ozons und über die Natur dieses Körpers; von J. L. Soret aus Genf.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. Verhandl. d. naturhistor.-medizin.
Vereins zu Heidelberg).

Vor einigen Jahren habe ich schon in einer kleinen Abhandlung ¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, dafs man weit gröfsere Mengen von Ozon erhält, wenn man das Wasser bei niedrigeren als bei gewöhnlichen Temperaturen elektrolytisch zersetzt. Das haben auch andere Beobachter bemerkt, doch wie ich glaube, ohne quantitative Bestimmungen zu machen. Ich habe auch damals die Mengen des Ozons bezeichnet, welche ich durch eine Methode gefun-

1) *Archives des Sc. Phys. et Nat. de Genève* 1854. T. XXV. p. 263.
— *Pogg. Ann.* Bd. XCII, S. 304.

den hatte, die, wie ich selbst angegeben habe, nicht sehr genau war. Ich habe neulich wieder Versuche über diesen Gegenstand mit Anwendung der weit genaueren Bunsen'schen Methode unternommen, bei welcher man schweflige Säure und eine titrirte Iodlösung zur Bestimmung der oxydierenden Körper gebraucht. Der durch einen elektrischen Strom entwickelte, Ozon enthaltende Sauerstoff wirkte auf eine neutrale Iodkaliumlösung, welche das Ozon vollkommen absorbiert, indem eine äquivalente Menge von Iod frei wird, die man nachher durch die erwähnte Methode analysirte.

Es ist mir gelungen bei der Elektrolyse der verdünnten Schwefelsäure (1 Volumen reiner concentrirter Schwefelsäure auf 5 Vol. destillirtes Wasser) viel bedeutendere Mengen von Ozon zu erhalten als bei meinen früheren Versuchen.

Die Bedingungen, welche die Zersetzungsapparate darboten und welche wie mir scheint, die Darstellung dieses Stoffs begünstigen, sind folgende:

1) Die an jedem Pole sich entwickelnden Gase waren von einander getrennt. Zu diesem Zweck war die negative Elektrode mit einer Thonzelle umgeben, über welche man eine kleine Glocke stellte, die in einer Glasröhre endigte, durch welche der Wasserstoff entwich.

2) Die Elektroden waren aus feinen Drähten von iridisirtem Platin gebildet, das heisst von einer sehr schwer oxydirbaren Legirung von Platin und Iridium, die jetzt für verschiedene Zwecke gebraucht wird. Man weiß, daß, bei Elektroden von reinem Platin, der sich entwickelnde Sauerstoff oft eine Wirkung auf dieses Metall ausübt: das Platin wird zuerst oxydirt, aber das gebildete Oxyd wird bald beim Contact des Wassers wieder zersetzt, und so wird die Elektrode mit einem schwärzlichen, zerreibbaren Niederschlag bedeckt, der das Ozon sehr leicht zu zerstören scheint. Mit iridisirtem Platin wird diese Oxydation gewöhnlich vermieden, und die Elektrode bleibt blank und glänzend. Wird aber dieses Metall unter besonderen Um-

stände
so
3)
ziem
Elekt
findet
und
Flüssi
nur
dafs
Wirk
Meid
falls
M
Gebra
ten,
5 bis
fahr
ten Sa
blofs
stehe,
eine
hält
mehre
Be
Eis un
1) Di
eine
hält
de
miso
wür
kurz
Elek
stan
bald
Ja
liche
Ozo

Pogger

ständen auch mit demselben porösen Niederschlag bedeckt, so nimmt gleich das Verhältniß des Ozons ab¹⁾).

3) Das Gefäß, worin das Wasser zersetzt wurde, war ziemlich geräumig. In diesem Falle, besonders wenn die Elektrolyse in den unteren Schichten der Flüssigkeit stattfindet, erheben sich die erwärmten Theile an die Oberfläche, und es wirkt der Strom immer auf die kälteren Theile der Flüssigkeit, deren Temperatur die des umgebenden Mediums nur um wenige Grade übersteigt. — Es ist auch möglich, daß man mit solchen geräumigen Apparaten eine störende Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds vermeidet, das, wie Meidinger gezeigt hat, sich unter diesen Umständen ebenfalls bildet.

Mit einem, diese Bedingungen erfüllenden Apparat, bei Gebrauch einer Bunsen'schen Säule von 10 bis 12 Elementen, und bei nur schwacher Abkühlung in Wasser von 5 bis 6 Graden, habe ich schon ein Verhältniß von ungefähr 1 Theil (an Gewicht) Ozon auf 100 Theile entwickelten Sauerstoff erhalten, (unter der Annahme, daß das Ozon bloß in einem allotropischen Zustand des Sauerstoffs bestehe, und daß jener Stoff bei Absorption durch Iodkalium eine aequivalente Menge von Iod frei mache). Dieses Verhältniß ist jedoch nicht absolut constant und hängt von mehreren Umständen ab.

Bei Abkühlung des Apparats in einer Mischung von Eis und Kochsalz, habe ich mehr als 2 Proc. Ozon erhalten,

- 1) Dieser Wirkung schreibe ich es zu, daß der durch den Extrastrom eines Ruhmkorff'schen Apparats entwickelte Sauerstoff kein Ozon enthält. Ich hatte vorausgesetzt, das man bei jener Anordnung, die von de la Rive erdonnen und von ihm unter dem Namen »elektro-chemischer Condensator« beschrieben ist, große Mengen von Ozon erhalten würde. In diesem Falle werden in der That sehr starke, aber sehr kurz dauernde aufeinander folgende Ströme hervorgebracht, so daß der Elektrolyt sich nicht so rasch erwärmen kann, als wenn der Strom constant wäre. Aber die positive Elektrode von irridisrtem Platin wird bald mit einer braunen Schicht bedeckt, und es zeigt sich kein Ozon. Ja man findet sogar, wenn man später denselben Apparat mit gewöhnlichen Strömen anwendet, daß er nicht wenig von seiner Fähigkeit, Ozon zu bilden, verloren hat.

wenn der entwickelte, Ozon enthaltende Sauerstoff unmittelbar durch die Iodkaliumlösung zog. Wenn man das Gas in einem über destillirtem Wasser aufgestellten Kolben sammelte, so löste sich ein ziemlich bedeutender Bruchtheil des Ozons im Wasser auf, und folglich wurde die Menge des im Gase zurückbleibenden Ozons etwas kleiner.

Dieses Verhältniß ist viel größer als die von Baumert¹⁾ und von Andrews²⁾ durch Elektrolyse erhaltenen, denn diese haben nicht mehr als zwei oder drei Tausendstel gefunden.

Das Ozon enthaltende Gas scheint die Austrocknung durch Schwefelsäure ohne Zerstörung zu ertragen. Beim Contact mit Iodkalium giebt es weiße Dämpfe, die nur langsam verschwinden.

Diese Methode, nach der eine bedeutende Ozonmenge leicht bereitet werden kann, muß es möglich machen einige noch streitige Fragen zu entscheiden. Die Chemiker stimmen über die Natur dieses Stoffs noch nicht untereinander überein, wenigstens in dem Falle, daß er durch Elektrolyse dargestellt ist, indem manche ihn als einen allotropischen Sauerstoff, andere als ein der Formel HO_3 entsprechendes Wasserstoffsuperoxyd betrachten.

Diese letztere Meinung ist hauptsächlich auf die Versuche Baumert's gegründet, die, wie es scheint, mit der größten Sorgfalt gemacht worden sind. Der am meisten beweisende Versuch Baumert's ist derjenige, welchen er folgendermaßen beschrieben hat³⁾: »Man beschlägt die Wände einer engen langen Glasröhre mit einem hauchartigen Anflug von wasserfreier Phosphorsäure, was am leichtesten durch einen trocknen Luftstrom, der das ebengebil-

1) Pogg. Annalen 1853. Bd. LXXXIX S. 38. 1856. Bd. XCIX. S. 88.

2) *Phil. Transact. for 1856. Part I, p. 1.* Gegen die Genauigkeit der hier erwähnten Resultate hat man eingewendet, daß Andrews, um das Ozon zu absorbiren, eine Iodkaliumlösung anwendete, zu welcher er ein wenig Salzsäure hinzugesetzt hatte; hierbei konnte auch der gewöhnliche Sauerstoff eine kleine Menge Iod frei machen.

3) Pogg. Ann. 1853. Bd. LXXXIX, S. 36.

dete
treil
kom
säur
erhi
Wa
nach
die
erfä
als
des
weis
mit
dure
wär
erkl
Es i
stoff
lich
gent
welc
Gefa
Thor
eing
N
wen
schm
Elek
hielt
trode
gebo
wick
es d
conc
tal l
1) A

dete Verbrennungsproduct des Phosphors durch die Röhre treibt, geschehen kann. Läßt man durch diese Röhre vollkommen getrocknetes Ozon treten, so bleibt die Phosphorsäure unverändert. Wird aber die Mitte der Röhre schwach erhitzt und damit das Ozon zersetzt, so löst das gebildete Wasser die wasserfreie Phosphorsäure jenseits der Flamme nach der Richtung des strömenden Gases hin auf, während die Phosphorsäure diesseits der Flamme keine Veränderung erfährt. Gegen diese Ansicht, daß das auf solche Weise als vorhanden constatirte Wasser ein Zersetzungsprodukt des Ozons sey, hat Marignac ¹⁾ eingewendet: nichts beweise hinreichend, daß der elektrolytische Sauerstoff nicht mit einer kleinen Menge Wasserstoff gemischt sey, welche durch die die Elektroden trennende Thonzelle diffundirt wäre. So wäre die Wasserbildung nach der Erhitzung erklärt.

Ich habe diese Frage auf folgende Weise untersucht: Es ist leicht eine Entwicklung von elektrolytischem Sauerstoff ohne gleichzeitige Darstellung von Wasserstoff folglich ohne mögliche Diffusion desselben zu erhalten. Es genügt dazu, verdünnte Schwefelsäure in ein Gefäß, in welchem die positive Elektrode steht, zu bringen; in dieses Gefäß stellt man eine mit schwefelsaurem Kupfer gefüllte Thonzelle, in welche ein Kupferblech als negative Elektrode eingetaucht wird.

Mit einem solchen geräumigen Apparat, und bei Anwendung eines feinen, in eine gebogene Glasröhre eingeschmolzenen Drahtes von iridisirtem Platin, als positive Elektrode, habe ich Sauerstoff erhalten, der viel Ozon enthält. Derselbe wurde mittelst einer kleinen, auf die Elektrode gestellten Glasglocke gesammelt, an welche oben eine gebogene Glasröhre angeschmolzen war. Das sich entwickelnde Gas wurde zuerst vollkommen getrocknet, indem es durch lange weite Röhren geleitet wurde, welche mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt waren und fast horizontal lagen, so daß der Sauerstoff dieselben sehr langsam,

1) *Archives des Sc. Phys. et Nat. de Genève* 1853. Bd. XXIV. S. 384.

Blase nach Blase, durchzog. Er trat dann in ein kleines Gefäß, von wo man ihn nach Belieben in eine Iodkaliumlösung einführen konnte, um den Ozongehalt zu bestimmen oder in eine mit Phosphorsäure beschlagene Glasröhre, um den Hauptversuch Baumert's ¹⁾ zu wiederholen. In diesem Apparat war das Gas nirgends in Berührung mit metallischen oder organischen Stoffen; alle Verschlüsse geschahen durch Glas oder concentrirte Schwefelsäure.

Bei diesem Verfahren habe ich gar keine Veränderung des Phosphorsäure-Anflugs jenseits des erhitzten Punktes der Röhre bemerken können, und doch war die Ozonmenge, durch das Mittel von zwei Bestimmungen, eine am Anfang des Versuchs, die andere am Ende desselben, annähernd berechnet, sehr bedeutend. Bei einem Versuch zum Beispiel hätten mehr als 18 Milligrammen Wasser, nach der niedrigsten Berechnung, in die Phosphorsäure-Röhre eintreten müssen, wenn das Ozon der Formel HO_3 entspräche. — Wenn man aber den Apparat mit schwefelsaurem Kupfer durch ein gewöhnliches Voltameter ersetzte, in welchem die Gase durch eine Thonzelle auf's beste getrennt waren, so sah man im Gegentheil nach kurzer Zeit die Phosphorsäure sich auflösen.

Das Resultat dieses Versuchs habe ich noch auf die folgende Weise geprüft: die durch Phosphorsäure beschlagene Röhre wurde durch eine einfache Glasröhre ersetzt, die an einem Punkt von einer Gaslampe ebenfalls erhitzt war, um das Ozon zu zerstören. Mit dieser Röhre war sodann eine gewogene U-förmige Röhre verbunden, die mit concentrirter Schwefelsäure durchtränkten Bimstein enthielt. Am Anfang des Versuch liefs man das Gas eine

- 1) Das sinnreiche Verfahren Baumert's ist außerordentlich empfindlich: wenn die Röhre mit Phosphorsäure sehr leicht beschlagen wird, so ist es schwer sie so schnell an ihre Stelle zu bringen, daß die kleine Menge feuchter Luft, die dabei in sie hineinkommt, nicht den Anflug auf eine gewisse Weite zerstöre; aber, wenn diese Wirkung statgefunden hat, so beobachtet man keine fernere Veränderung, falls das durch die Röhre tretende Gas vollkommen getrocknet ist.

halbe Stunde durch die Iodkaliumlösung gehen, und bestimmte die frei gewordene Iodmenge. Dann liefs man das Gas während vier Stunden durch die erhitzte Röhre und durch die gewogene Röhre gehen, indem man die Temperatur des Elektrolytes und die Intensität des durch eine Tangenten-Busssole geleiteten elektrischen Stromes von Zeit zu Zeit beobachtete, um sich zu versichern, dafs die Umstände der Ozondarstellung nicht bedeutend verändert wurden. Am Ende des Versuchs wurde das Gas wieder während einer halben Stunde in Iodkalium eingeführt, und von neuem die Ozonmenge bestimmt. Vor der Wägung der U-förmigen Röhre wurde der in derselben zurückgebliebene Sauerstoff durch trockene Luft verdrängt. — In den ersten auf solche Weise gemachten Versuchen hat die U-förmige Röhre nur eine sehr kleine Gewichtsvermehrung etwa um 1 Millg. erlitten, welche man auf Rechnung der im Verfahren liegenden Fehlerquellen setzen mufs, da der Apparat zur Hervorbringung des trocknen Luftstroms am Ende des Versuchs nicht so vollkommen als möglich war. Bei den zwei letzten Versuchen aber, in welchen man eine bessere Einrichtung anwendete, bei der der Luftstrom hervorgebracht werden konnte, ohne dafs der Apparat auseinander genommen werden mufste, hat man keine Gewichtsveränderung der U-förmigen Röhre erhalten; und die Wassermengen, welche man bei der Annahme, dafs Ozon der Formel HO_3 entspräche, hätte finden müssen, waren bei diesen Versuchen 0,0201 Grm. und 0,0195 Grm.

Diese Resultate scheinen mir zu beweisen, dafs der Einwurf Marignac's gegründet ist, und dafs das elektrolytische Ozon kein Wasserstoffoxyd ist.

Ich benutze diese Gelegenheit dem Hrn. Hofrath Bunsen meinen besten Dank für die freundliche Erlaubnifs, diese Versuche in seinem Laboratorium zu machen, und für den gütigen Rath, den derselbe mir ertheilt hat, auszusprechen.

Es würde nicht uninteressant sein, einige der oben
dargestellten Resultate noch weiter zu verfolgen.

XII. Krystallform und optisches Verhalten des schwefelsauren Thalliumoxydes; von Victor von Lang.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. Phil. Mag. für April 1863.)

Die untersuchten Krystalle gehören dem rhombischen Systeme an und sind Combinationen der Flächen

100, 010, 110, 210, 101, 111;

dieselben sind isomorph dem entsprechenden Kalisalze, indem man für die krystallographischen Elemente der beiden Verbindungen folgende Werthe hat

Th SO₄ ... $a:b:c = 1:0,7319:0,5539$

K SO₄ ... $a:b:c = 1:0,7464:0,5727$.

Die Flächen spiegeln sehr gut und zeigen Diamantglanz, wahrscheinlich weil das Thallium in Folge seines höheren chemischen Aequivalents stärker in der Verbindung hervortritt.

Für die Orientirung der optischen Elasticitätsachsen wurde das Schema

b a c
+

gefunden; also nicht das des schwefelsauren Kalis, sondern vielmehr das des entsprechenden Ammoniaksalzes. Der Verfasser hatte überhaupt bisjetzt Gelegenheit folgende Verbindungen aus dieser isomorphen Gruppe zu untersuchen.

	SO ₄	SeO ₄	TeO ₄	CrO ₄
Am	b a c +	b a c —		
K	a c b +		a c b +	a c b —
Th	b a c +			

Es würde nicht nur interessant seyn, einige der Nieten dieser Tabelle auszufüllen, sondern auch wichtig, wenig-

stens
sium
morp
selb
oder
fern
bilden
das s
nisse
nicht

Das
wurd
Staat
lunge
sprun
auf
zieht
E
miner
fserli
braun
dar
größ
Das
lich
N
klein
wurd

stens die schwefelsauren Salze der neuen Elemente Cæsium und Rubidium zu untersuchen, da sie in dieselbe isomorphe Gruppe gehören. Leider konnte der Verfasser dieselben bis jetzt nicht erhalten; obwohl wahrscheinlich ein oder zwei Kryställchen zum Ziele führen würden. Einen ferneren Gegenstand der Untersuchung würde der Einfluss bilden, welchen die Substitution von Alkohol-Radikalen in das schwefelsaure Ammoniak auf dessen optische Verhältnisse ausübt, vorausgesetzt, daß dabei die Krystallgestalt nicht geändert werde.

XIII. *Analyse des Meteor-Eisens von der Hacienda St. Rosa in Mexico; von Herm. Wichelhaus, stud. philos.*

Das Handstück, mit dem nachstehende Analyse ausgeführt wurde, stammt aus der Gegend der Hacienda St. Rosa im Staate Coahuila in Mexico, wo, nach mündlichen Mittheilungen des Hrn. Prof. Posselt, Eisen meteorischen Ursprungs theils in großen Blöcken zerstreut umherliegt, theils auf eine weite Strecke sich durch das Gesteingeröll hinzieht.

Ein größeres Stück dieser Masse befindet sich in der mineralogischen Sammlung der Universität Heidelberg: äußerlich mit einer schwer ablösbaren Oxyd-Schicht von brauner Farbe überzogen, stellt es eine derbe, dichte Masse dar und zeichnet sich durch hakigen Bruch aus. Weder größere Poren, noch Blätter-Durchgang sind wahrzunehmen. Das Ansehen ist durchaus homogen und das Gewicht ziemlich bedeutend.

Nach Entfernung des äußeren Ueberzugs, die bei dem kleinen, mir übergebenen Stücke zunächst vorgenommen wurde, trat eine deutlich stahlgraue Farbe hervor. Die

sogenannten Widmanstätten'schen Figuren waren nicht hervorzubringen, obwohl das dichte Gefüge der Masse eine ziemlich ununterbrochen polirte Fläche ermöglichte. Der Grund hiervon scheint in der geringen Menge des vorhandenen Schreibersits, die sich bei der Analyse herausstellte, zu liegen, wie dies bereits bei anderen Meteoreisen-Analysen, die in Wöhler's Laboratorium ausgeführt sind, bemerkt wurde.

Die Trennung der in Chlorwasserstoffsäure löslichen und unlöslichen Bestandtheile wurde nun, um die Bildung von Kohlenwasserstoff zu vermeiden, in der Weise bewirkt, daß das ganze Stück, an einem mit Guttapercha überzogenen Platindrahte befestigt, als positiver Pol einer elektrischen Kette neben einem, als negativer Pol dienenden Platinbleche in mäßig starke Chlorwasserstoffsäure eingesenkt und so der Wirkung des durch den Strom ausgeschiedenen Chlor ausgesetzt wurde.

Die so erhaltene Lösung, durch mehrfaches Digeriren des Rückstandes mit Chlorwasserstoffsäure vervollständigt, wurde in ein Tropfglas gespült und in verschiedene, gewogene Portionen getheilt, von denen zwei kleinere zu Proben auf Mangan, Schwefel, Kupfer usw. dienten, während die größte verwandt wurde, um Eisen und Phosphor, Nickel und Kobalt zu bestimmen. Die Trennung geschah mit kohlensaurem Baryt und der erhaltene Eisen-Niederschlag war bedeutend genug, um, nachdem er gewogen, theilweise zur Phosphorsäure-Bestimmung, theilweise zur Probe auf Chromoxyd verwandt zu werden.

Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Rückstand, der 1,262 Proc. des Ganzen ausmachte und aus glänzenden, krystallinischen Nadeln von Phosphornickeisen bestand, wurde durch Salpetersäure nicht angegriffen, erst durch Salpeter-Salzsäure gelöst und in ähnlicher Weise bestimmt, wie die Lösung.

Die so gefundene Zusammensetzung ist folgende:

a) Lösung (auf's Ganze berechnet).

Fe : 95,54 Proc.

Ni : 2,902

Co : 0,532

P : 0,868

b) Rückstand (auf's Ganze berechnet).

Fe : 0,532 Proc.

Ni : 0,361

Co : 0,018

P : 0,178

zusammen: Fe : 96,072 Proc.

Ni : 3,263

Co : 0,55

P : 1,046

100,931 Proc.

Diese Zahlen stimmen im Allgemeinen mit den im Journal für pract. Chemie Bd. LXVI, S. 425 angegebenen, die ein Meteoreisen von demselben Fundorte betreffen, überein. Der Procentsatz des Phosphornickeleisens ist dort etwas größer gefunden; daher auch bereits eine Andeutung Widmanstätten'scher Figuren zu sehen war. Doch bleibt es wahrscheinlich, daß die ganze, in erwähneter Gegend vorhandene Masse von einem einzigen, großen Felle herührt.

Bunsen's Laboratorium, Heidelberg im Febr. 1863.

Zusatz.

Es sey mir erlaubt, hier einige Bemerkungen hinzuzufügen, die mir Prof. G. Rose in Bezug auf den mineralogischen Theil der vorstehenden Notiz, die ich ihm gezeigt hatte, mitgetheilt hat. (P.)

Das Meteoreisen von St. Rosa in Mexico kommt in seiner Beschaffenheit mit denen von Braunau und Claiborn überein, (Vergl. mein systematisches Verzeichniß der Meteoriten des mineral. Museums d. Berliner Universität in diesen Annalen Bd. 118, S. 419) und besteht wie diese nur

aus Stücken eines Individuums ohne schalige Zusammensetzung. Wenn man dasselbe zerbricht oder vielmehr zerreißt, was bei seiner Zähigkeit immer nur schwer von statten geht, so sieht man, daß es sehr vollkommen nach drei untereinander rechtwinkligen Richtungen, parallel den Flächen des Hexaëders, spaltbar ist. Geätzt zeigen sich nun keine Widmanstätten'sche Figuren, aber wie auch bei dem künstlich dargestellten Eisen, auf den Spaltungsflächen oder besser noch auf diesen parallel geschliffenen und polirten Flächen eng nebeneinander liegende Streifen, die nach sechs Richtungen, parallel den beiden Diagonalen der Hexaëderfläche und parallel den Linien gehen, die von einer Ecke nach den Mitten der gegenüberliegenden Seiten gezogen werden können. Außerdem sieht man nun eine Menge sehr kleiner hervorragender kleiner prismatischer Krystalle von dem in verdünnter Salpetersäure unlöslichen Phosphornickeisen, die nach drei Richtungen, parallel den Kanten des Hexaëders liegen, und die ich in meinem Aufsatz über den Asterismus des Meteoreisens beschrieben habe. Monatsberichte der k. preuss. Akad. d. Wiss. Oct. 1862 und Pogg. Ann. Bd. CXVII, S. 632).

Ueber das Vorkommen des Meteoreisens von St. Rosa ist sonst noch zu vergleichen die Abhandlung von Burkart in Leonhard und Bronn's Neuem Jahrbuch für Min. etc. 1856 S. 277.

Berlin den 9. März 1863.

G. Rose.

XIV. Ueber Foucault's Bestimmung der Parallaxe der Sonne; von F. Place.

(Briefliche Mittheilung.)

In dem mir soeben zugehenden dritten Hefte Ihrer Annalen findet sich (S. 485) ein Aufsatz, laut dessen die Parallaxe der Sonne $= 8'',86$ und die Lichtgeschwindigkeit $= 298$ Millionen Meter seyn solle.

Man darf sich mit der Herleitung der bisher gebräuchlichen Zahlen (besonders der aus den Venus-Durchgängen berechneten Parallaxe $= 8'',57116$) nur wenig beschäftigt haben, um zögernd und fast mit Mißtrauen diese neuen Zahlen aufzunehmen.

Ich war bemüht, eine Fehlerquelle zu entdecken, welcher es gelungen seyn sollte, dem großen französischen Experimentator zu entgehen. Gestatten Sie mir, einen Gedanken zu äußern, den ich nicht zu verbannen vermag.

Soviel mir erinnerlich ist, wird die Lichtgeschwindigkeit durch die GröÙe derjenigen Verschiebung gemessen, welche der zurückkehrende Lichtstrahl gegen den einfallenden erlitten hat; zur Messung dieser Verschiebung dient ein Mikrometer. Nun habe ich aber in meiner Dissertation¹⁾ darauf hinzuweisen gesucht, daß alle Mikrometer fehlerhaft seyen. Ich rede nicht sowohl davon, daß die einzelnen Intervalle ungleiche GröÙe haben; sondern davon, daß die ganze überhaupt getheilte Länge keineswegs so viel beträgt, wie der Verfertiger angiebt; soll sie zum Beispiel 1 Millimeter betragen, so wird sie — bei den besseren Künstlern — in der That zwischen 0,95 und 1,05 Millim. liegen. Diese ganz unleugbare Thatsache, zusammengehalten mit der immerhin mühsamen Erforschung des absoluten Werthes der Intervalle einerseits, andererseits aber mit der unbegreiflichsten Sorglosigkeit, mit der selbst gute Experimentatoren die aus den delicatesten Messungen hergeleiteten Constanten auf

1) Ueber die Prüfung der Glasmikrometer, Berlin 1860, 8°.

ein so wenig sicheres Maafs gründen; — diefs, sage ich, kann wohl geeignet genannt werden, so lange den neuen Zahlen hindernd im Wege zu stehen, bis Hr. Foucault nachgewiesen haben wird, auf welchem Wege er diese Fehlerquelle umgangen habe.

Noch wäre es mir lieber gewesen, die Delambre'sche Aberrationsconstante = $20''.255$ angewandt zu sehen, anstatt der Zahl $20''.45$; weil bei mir die Ueberzeugung feststeht, dafs die Struve'sche Constante = $20''.4451$ nicht frei sey von dem Einflusse der Verzögerung, den das Licht im *Objective* des Fernrohres erleide. Indessen legte seiner Zeit Hr. Prof. Encke auf eine (in diesem Nicht-Beachten des Objectives begründete) Notiz so wenig Gewicht, dafs ich dieselbe nicht wiederholen will.

XV. Ueber die Aenderung der Tonhöhe bei Leitung von Tönen durch verschiedene Medien; von Hrn. Sydney Ringer,

Normals Assistent am Hospital des University College in London.

(*Proceedings of the Royal Society Vol. X, p. 276.*)

Nachdem ich beobachtet, dafs die Tonhöhe der Herzgeräusche (*cardiac murmurs*) verschiedene, von der Beschaffenheit des leitenden Körpers abhängige Veränderungen erleidet, wurden die folgenden Versuche erdacht, um die am menschlichen Körper gemachten Beobachtungen zu verallgemeinern und sicherer festzustellen.

Die Versuche wurden mit einer Stimmgabel gemacht, die anfangs dicht am Ohr und ausser Berührung mit einem resonirenden Körper gehalten, dann auf den zu experimentirenden Körper gesetzt und endlich durch die Substanz desselben hin behorcht wurde. Die durch diese beiden

letzten Methoden erhaltene Veränderung der Tonhöhen war der Art noch immer dieselbe, aber nicht dem Grade nach; die Veränderung war beständig gröfser, wenn der Ton durch das Medium des leitenden Körpers gehört wurde.

Starre Körper.

Ein 13 Fufs langes Brett wurde auf die Rücklehne zweier Stühle gelegt (*balanced*). Darauf setzte man die Stimmgabel in Schwingungen, erst aufser Berührung mit dem Brett, dann an einem Ende desselben, während das Ohr sich an dem anderen befand. Der Ton zeigte sich sehr wahrnehmbar vertieft.

Da Bretter von verschiedenen Holzarten nicht zu erlangen waren, wurden Tische benutzt. Von allen so untersuchten Hölzern, vertiefte Tannenholz (*deal*) den Ton am meisten. Die Vertiefung war in der That immer der Porosität des Holzes proportional ¹⁾. Der Ton sank um so mehr, je gröfser der Abstand von der Stimmgabel war.

Elfenbein vertiefte den Ton*, Glas und Eisen erhöhten ihn. Die beiden letzten Substanzen schwächten bei der Leitung des Tons seine Intensität bedeutend, weit mehr als die genannten anderen Substanzen.

Die Muskelsubstanz des Herzens vertiefte den Ton, Haut und Zellgewebe dagegen erhöhten ihn.

Flüssigkeiten.

Eine grofse Wanne (*foot-pan*) wurde mit Wasser gefüllt und die schwingende Stimmgabel theilweis in dasselbe gesteckt; allein da auf diese Weise kein Ton ohne einen resonirenden Körper gehört werden konnte, so wurde zu diesem Zweck ein rundes Stückchen Holz benutzt. Erst

1) Dr. Wylde, Vorsteher (*conductor*) der philharmonischen Gesellschaft, hatte die Güte, bei den mit * bezeichneten Versuchen meine Schlüsse zu prüfen; er fand sie vollkommen richtig. Auch viele Personen von scharfem Gehör bestätigten meine Versuche. Niemals war ihr Urtheil mit dem meinigen im Widerspruch.

stellte man die Stimmgabel auf dieses und behörchte sie, dann brachte man sie mit dem Holze unter Wasser, und tauchte auch das Ohr in Wasser. Der so beobachtete Ton fand sich entschieden erhöht. Jeder Einwand gegen diese Anstellungsweise des Versuchs wurde durch folgende Abänderung desselben beseitigt. Es wurden die Augen fest verschlossen und nun liefs sich jede Aenderung in der Lage der Stimmgabel, nämlich ihre gröfsere oder geringere Entfernung von dem Ohr, genau durch die Aenderung der Tonhöhe bestimmen.

Nächst dem wurde eine Glasröhre von 29 Zoll Länge und 0,75 Zoll Durchmesser an dem einen Ende mit einem Diaphragma von Guttapercha, Wachstaft (*oil-silk*) oder Blase verschlossen (dabei zu jeder Reihe vergleichender Versuche ein und dasselbe Diaphragma genommen) und dann die Röhre mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt. Nachdem das Ohr an das Diaphragma gebracht worden, wurde die schwingende Stimmgabel oben in die Flüssigkeit eingeführt, mit der Vorsorge, dafs weder ein Finger noch die Stimmgabel mit dem Glase in Berührung kam. Versuche in dieser Weise ausgeführt, ergeben die folgenden Resultate.

Wasser erhöhte den Ton sehr wahrnehmbar*, *Alkohol* noch mehr, *Aether* ebenfalls.

Eine Lösung von kohlensaurem Natron von demselben specifischen Gewicht wie Blut erhöhte den Ton mehr als reines Wasser. Eine gesättigte Lösung erhöhte ihn noch stärker.*

Schwefelsaurer Baryt, in Wasser suspendirt, erhöhte ihn mehr als irgend eine andere Flüssigkeit, die man versuchte.

Berlinerblau, in Wasser suspendirt, erhöhte ihn mehr als Wasser, doch weniger als schwefelsaurer Baryt.

Aus diesen Resultaten geht hervor, dafs einfache Flüssigkeiten den Ton desto mehr erhöhen, je geringer ihr specifisches Gewicht, und dafs der Zusatz irgend einer Substanz (obwohl das specifische Gewicht vergrößernd), gleich-

viel ob gelöst oder suspendirt, ihn ebenfalls erhöht, jedoch bei Suspension der Theilchen mehr als bei Lösung derselben.

Die Thatsache, daß verschiedene Flüssigkeiten den Ton in verschiedenem Grade erhöhen, schließt die Möglichkeit aus, daß die Erhöhung von dem Glase oder irgend einem anderen angewandten Material herrührt, falls nicht die im Gewicht veränderte Flüssigkeit auf die Spannung des Diaphragmas einwirkt. Allein die Thatsache, daß die Veränderung der Tonhöhe keine Beziehung zeigt zum specifischen Gewicht der Flüssigkeit, schließt diese Fehlerquelle aus.

Die folgenden Versuche wurden angestellt, um den Einfluß von fließendem Wasser auf die Tonhöhe zu ermitteln.

In eine Kautschuckröhre von 13 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser wurde ein Trichter eingefügt, und dicht unter demselben eine kleine Oeffnung gemacht, eben groß genug um den Stiel der Stimmgabel hineinzustecken. Während durch diese Röhre beständig Wasser floss, wurde das Stethoskop (bedeckt mit einem Diaphragma) an verschiedene Stellen derselben angelegt. Hiedurch fand sich der Ton desto wahrnehmbarer erhöht, je entfernter von der Stimmgabel das Stethoskop an die Röhre angelegt ward. Bei einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$ Zoll war die Erhöhung leicht zu vernehmen.

Da das Stethoskop unglücklicherweise nicht zur Hand war, konnte Dr. Wyldes sein Ohr nur direct an die Röhre bringen und deshalb von diesem Versuch nicht so entschieden sprechen wie von den übrigen; doch war auch er der Meinung, daß der Ton höher geworden.

Nächst dem suchte man zu ermitteln, ob die bloße Bewegung des Wassers die Ton-Erhöhung schwäche oder steigere. Und wirklich schien, als dieselbe Stelle der Röhre behorcht ward, die bloße Bewegung der Flüssigkeit den Ton um ein sehr Kleines zu erhöhen. Doch war der Unterschied in *Intensität* am hervortretendsten ¹⁾.

1) Es folgen nun einige Versuche über die Herzgeräusche, die wir hier, wie weiterhin noch ein Paar, als nur physiologisch übergehen. P.

Wenn eine Taschenuhr erst fest ans Ohr gedrückt und dann langsam fortgeführt wird, hört man das Ticken in Tonhöhe steigen proportional der Entfernung, in welche die Uhr gebracht worden ist.

Nimmt man statt der Uhr eine Stimmgabel, so kann man dasselbe noch deutlicher wahrnehmen*. Denn, wenn man die Stimmgabel, entweder frei oder besser auf einem Resonanzkasten schwingend, langsam von dem Ohr entfernt wird man, je weiter man sie entfernt, den Ton steigen hören.

Das Echo eines musikalischen Tons ist höher als dieser.

Die Substanzen, welche bei den obigen Versuchen den Ton vertieften, haben eine Eigenschaft gemein, nämlich Porosität, und, so weit es sich ermitteln liefs, war die Vertiefung proportional dieser Eigenschaft. Es ist möglich, dafs die kleinen Höhlungen, welche diese Substanzen einschliessen, resonirend wirken und die Vibrationen von ihren Wänden so reflectiren, dafs sie mit einander interferiren und dadurch in Anzahl schwächen. Der folgende Versuch scheint diese Vermuthung zu unterstützen. Es ist wohl bekannt, dafs wenn eine schwingende Stimmgabel schief auf einen Tisch gestellt wird, eine laute Resonanz erfolgt, dafs aber, wenn man sie parallel mit sich auf der Oberfläche des Tisches fortführt, die Resonanz des letzteren sogleich aufhört, weil die Vibrationsebenen mit einander interferiren; allein wenn man die Stimmgabel so langsam fortführt und so, dafs die Resonanz nicht vollständig zerstört wird, hört man die Tonhöhe ein wenig sinken.

Stellt man ferner die Stimmgabel auf seinen Kopf und horcht erst mit geöffnetem, und dann mit geschlossenem Ohr, so findet man die Tonhöhe etwas vertieft.

Bei allen den Versuchen, bei welchem die Tonhöhe durch Leitung erhöht war, fand sich die *Tonstärke* vermindert proportional dieser Erhöhung; und sonach scheint es, dafs alle Körper die Tonhöhe erhöhen proportional der Schwierigkeit, mit der sie Schwingungen aufnehmen und fortleiten.

Dr. Scott Alison hat durch einige neuere Versuche gezeigt, daß die Leitungsfähigkeit der Media in Bezug auf Schnelligkeit, nicht der in Bezug auf Intensität entspricht. Von allen untersuchten Substanzen war Eisen der schlechteste Leiter rücksichtlich der Intensität, und, wie sich fand, hob dasselbe die Tonhöhe am meisten.

Die obige Erklärung wird einigermaßen wahrscheinlich durch die Thatsache, daß in allen Fällen die Erhöhung größer ist bei einem schwachen Ton als bei einem starken. Dr. Wylde sagt mir, es sey den Musikern längst bekannt, daß ein schwacher Ton sich etwas höher gestimmt erweise als ein starker, wenn er unter diesen Umständen durch das Medium der Luft aufgefangen wurde. Diejenigen Körper dagegen, welche die Tonhöhe vertiefen, thun es um so mehr bei einem schwachen Ton.

Wegen meiner sehr beschränkten Kenntniß in der Akustik gebe ich diese Erläuterungen nur mit äußerstem Mißtrauen. Beim Nachschlagen der Literatur über diesen Gegenstand fand ich die einzige Angabe über Aenderung der Tonhöhe durch Leitung beim Dr. Walshe¹⁾, welcher sie dem Durchgange der Schwingungen durch *varying media* zuschreibt.

XVI. Bestimmung der Wellenlänge einiger hellen Spectrallinien; von J. Müller.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. Verhandl. d. Freiburger Gesellschaft).

Da gutgetheilte Glasgitter das einfachste und genaueste Mittel bieten um die Wellenlänge für verschiedenfarbige Strahlen zu ermitteln, so benutzte ich ein ausgezeichnetes Gitter von Nöbert zu Barth in Pommern, welches ich kürzlich erhalten hatte, um die Wellenlänge der rothen Lithium-

1) *Disease of the Lungs, Heart and Aorta, Edit. II, S. 151.*

linie ($Li\alpha$), der gelben Natriumlinie ($Na\alpha$) und der blauen Strontiumlinie ($Sr\delta$) zu bestimmen.

Dieses Gitter hatte 2001 Striche auf einer Breite von 4 pariser Linien; der Abstand von der Mitte eines Striches bis zur Mitte des nächsten, eine GröÙe, die wir mit b bezeichnen wollen, betrug also 0,002". Es wurde auf dem mittleren Tischlein eines kleinen Babinet'schen Goniometers so befestigt, daß seine Ebene rechtwinklich stand auf der Axe des Spaltenrohrs. Vor dem Spalt wurde alsdann ein Gaslämpchen aufgestellt, dessen Flamme durch Lithium roth gefärbt wurde.

Zunächst wurde nun das Fernrohr so gerichtet, daß das Fadenkreuz auf die rothe Lithiumlinie des ersten Spectrums links und dann, daß es auf die rothe Lithiumlinie des ersten Spectrums rechts eingestellt war und für jede dieser beiden Stellungen der Nonius abgelesen. Bezeichnen wir die rothe Lithiumlinie des ersten Seitenspectrums mit $Li\alpha 1$, so ergab sich der Stand des Nonius für

$Li\alpha 1$ rechts $72^\circ 41'$

$Li\alpha 1$ links $55^\circ 28'$

mithin der Ablenkungswinkel jedes der rothen Streifen $Li\alpha 1$ von der Mitte des Beugungsbildes, also $x = 8^\circ 36,5'$.

Für die Wellenlänge λ des rothen Lithiumlichts haben wir

$$\lambda = b \sin x = 0,002 \cdot 0,149679 = 0,00029936''$$

In gleicher Weise wurde die Ablenkung des rothen Lithiumstreifens $Li\alpha 2$ von der Mitte des Beugungsbildes gemessen und dafür der Werth $y = 17^\circ 27,5'$ gefunden. Darnach ergibt sich für die Wellenlänge des rothen Lithiumlichtes

$$\lambda = b \frac{\sin y}{2} = 0,002 \frac{\sin (17^\circ 27,5')}{2} = 0,00030000''$$

als Mittel ergibt sich aus diesen beiden Messungen also für die Wellenlänge von $Li\alpha$ der Werth

$$\lambda = 0,0002997''$$

$$\text{oder } \lambda = 0,0006763 \text{ Millimeter.}$$

Eine gleiche Messung wurde nun für die gelbe Natriumlinie ausgeführt. Es ergab sich für

$$Na\alpha 1 \quad x = 7^\circ 32,5' \text{ und daraus } \lambda = 0,0002626''$$

$$Na\alpha 2 \quad y = 15^\circ 12,5' \quad " \quad " \quad \lambda = 0,0002623''$$

$$Na\alpha 3 \quad z = 23^\circ \quad 8' \quad " \quad " \quad \lambda = 0,0002619''$$

$$\text{Im Mittel also } \lambda = 0,00026227''$$

$$\text{oder } \lambda = 0,0005918''$$

Aus den Fraunhofer'schen Messungen ergibt sich für die dunkle Linie *D* des Sonnenspectrums, welche bekanntlich mit *Na α* zusammenfällt, die Wellenlänge 0,0005888 Mm. Das Resultat meiner Messung stimmt also in genügender Weise mit dem Fraunhofer'schen überein, wenn man bedenkt, daß die Theilung des Goniometers nur eine auf 1 Minute genaue Ablesung gestattet. Mein Resultat weicht von dem Fraunhofer'schen ungefähr um $\frac{1}{4}$ Proc. ab, während die extremsten Werthe Fraunhofer's selbst um $\frac{1}{4}$ Proc. differiren.

Für die blaue Strontiumlinie *Sr δ* fand ich für

$$Sr\delta 1 \ x = 5^{\circ} 54' \text{ und daraus } \lambda = 0,0002056''$$

$$Sr\delta 2 \ y = 11^{\circ} 49' \text{ " " " } \lambda = 0,0002048''$$

$$\text{Im Mittel also } \lambda = 0,0002052''$$

$$\text{oder } \lambda = 0,0004631''$$

Die Einstellung auf die blaue Strontiumlinie war bereits ihrer geringen Intensität wegen etwas schwierig.

Der Versuch, auch die Wellenlänge der beiden *Kaliumlinien* auf diese Art zu bestimmen, gelang nicht, weil dieselben zu lichtschwach waren, um nur überhaupt gesehen zu werden.

Ich füge dieser Mittheilung die Bemerkung bei, daß die hellen Spectrallinien einiger farbigen Flammen sehr geeignet erscheinen, um die Brechungsexponenten verschiedener Substanzen für die verschiedenen farbigen Strahlen zu bestimmen. Bisher benutzte man zu diesem Zweck bekanntlich die Fraunhofer'schen Linien *A, B, C, D, E, F, G* und *H*.

Die Beobachtung der hellen Spectrallinie farbiger Flammen ist aber jedenfalls leichter auszuführen und jeder Zeit anwendbar, während man bei den Fraunhofer'schen Linien von Witterung und Localität abhängig ist. Plücker hat bereits 1859 den Vorschlag gemacht (Pogg. Ann. CVII) die drei hellen Spectrallinien, welche durch verdünntes Wasserstoffgas schlagende Funken des Ruhmkorff'schen Apparates liefert, statt der Fraunhofer'schen Linien zur Bestimmung von Brechungsexponenten zu benutzen und Landolt hat dies auch für eine Reihe verschiedener Flüssigkeiten in Ausführung gebracht (Pogg. Ann. CXVII); allein es ist jedenfalls weniger umständlich und mühsam ein Bunsen'sches Kochlämpchen aufzustellen, als einen Ruhmkorff'schen Apparat in Gang zu setzen. Die zum fraglichen Zweck geeignetsten Linien dürften wohl seyn:

Die rothe Kaliumlinie $K\alpha$
 Die rothe Lithiumlinie $Li\alpha$
 Die gelbe Natriumlinie $Na\alpha$
 Die blaue Strontiumlinie $Sr\delta$
 Die violette Kaliumlinie $K\beta$
 welchen man noch die grüne *Thalliumlinie* hinzufügen dürfte, wenn dieses Metall etwas zugänglicher geworden seyn wird. Alle diese Linien sind wegen ihrer grossen Schärfe für genaue Bestimmungen sehr geeignet.

Freiburg im März 1863.

Es freut mich obigen Notizen schon jetzt die Bestimmung der Wellenlänge der grünen *Thalliumlinie* beifügen zu können.

Hr. Prof. v. Babo hatte nämlich im Laufe der letzten Ferien eine kleine Quantität von *schwefelsaurem Thalliumoxyd* von Hrn. Prof. Erdmann in Leipzig erhalten und theilte mir davon so viel mit, als ich zur Ausführung der Messungen bedurfte. Dieselben ergaben folgende Resultate:

$Th\alpha 1$ links $126^{\circ} 15,5'$

$Th\alpha 1$ rechts $139^{\circ} 52,5'$

und daraus $x = 6^{\circ} 48,5'$ und $\lambda = 0,000237088''$.

Ferner ergab sich für

$Th\alpha 2$ rechts $146^{\circ} 46'$

$Th\alpha 2$ links $119^{\circ} 22'$

und daraus $y = 13^{\circ} 42'$ und $\lambda = 0,000236838''$

im Mittel also

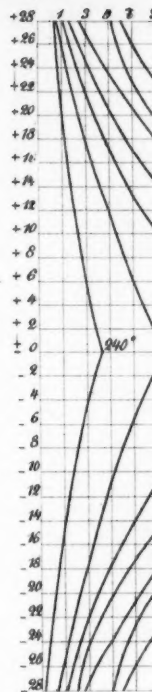
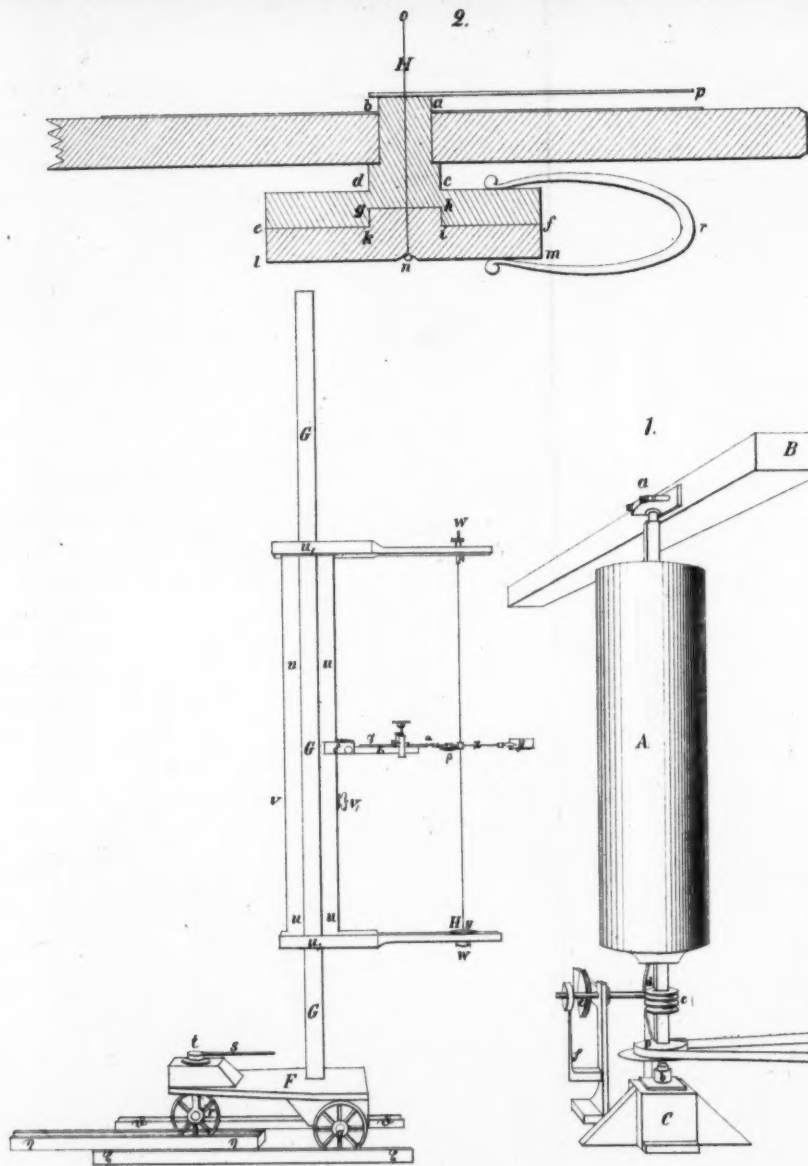
$\lambda = 0,00023696''$

oder $\lambda = 0,0005348'''$

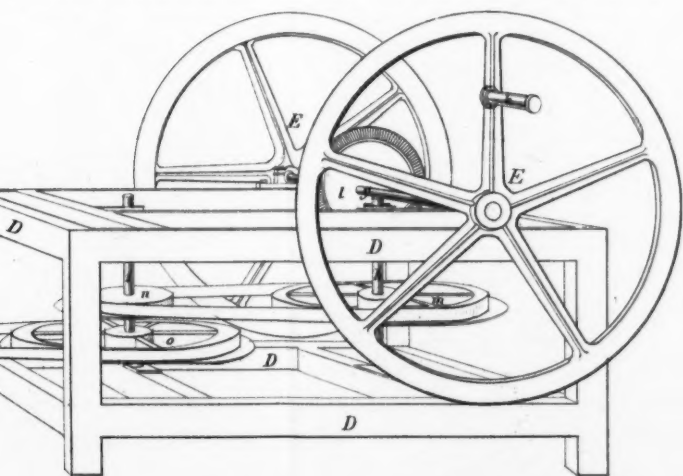
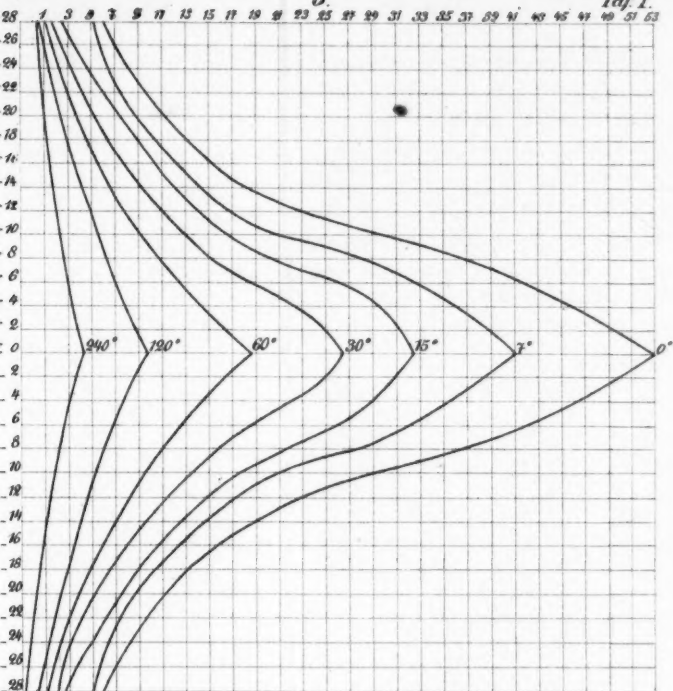
Freiburg, den 25. April 1863

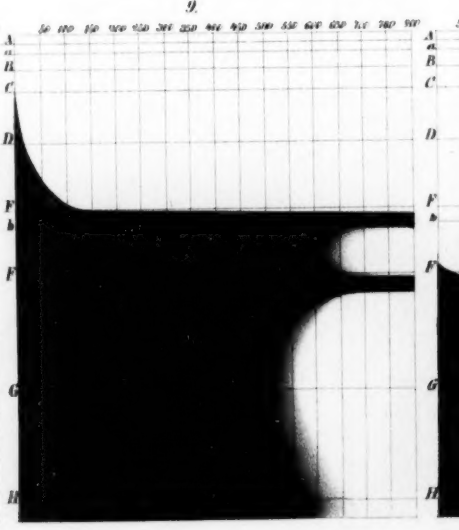
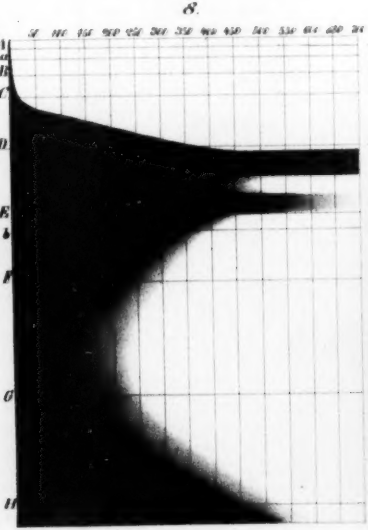
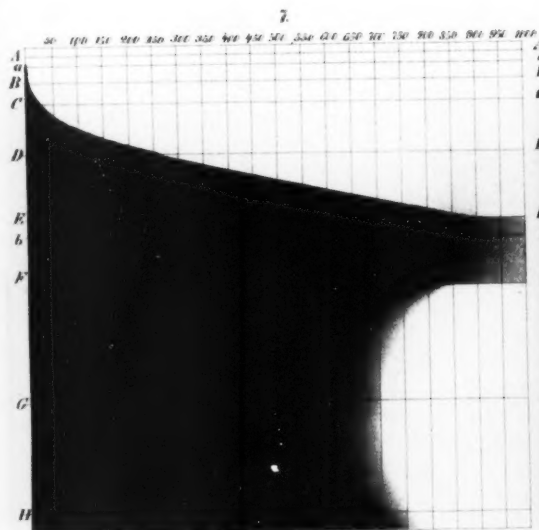
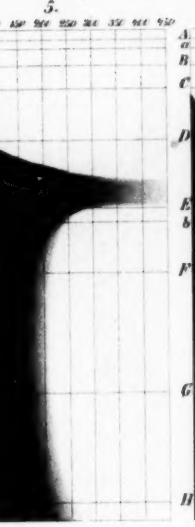
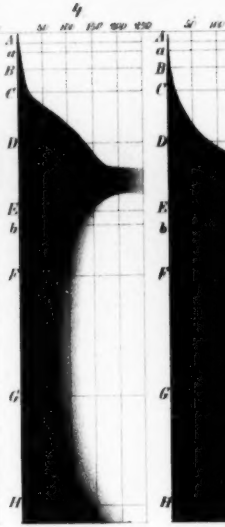
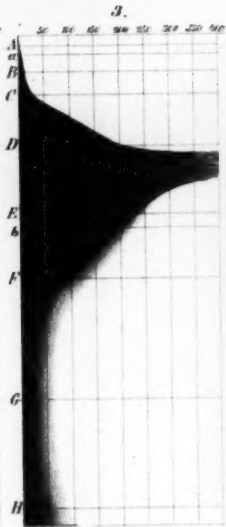
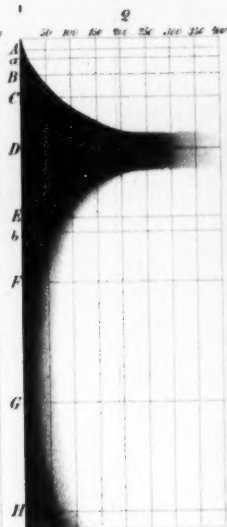
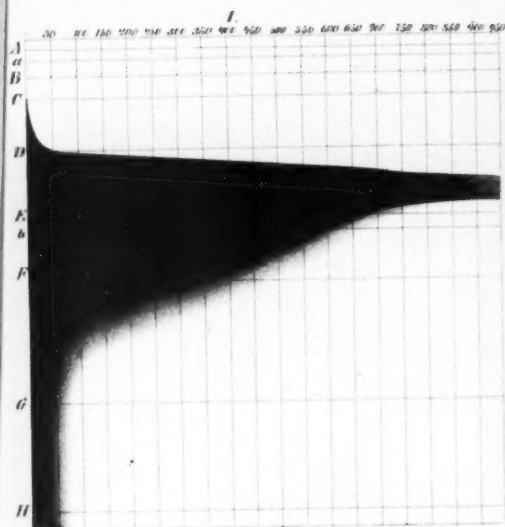
J. Müller.



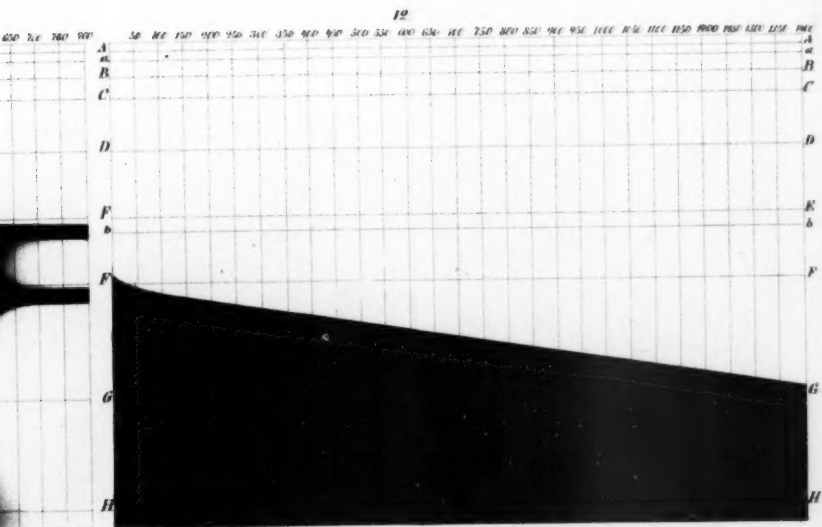
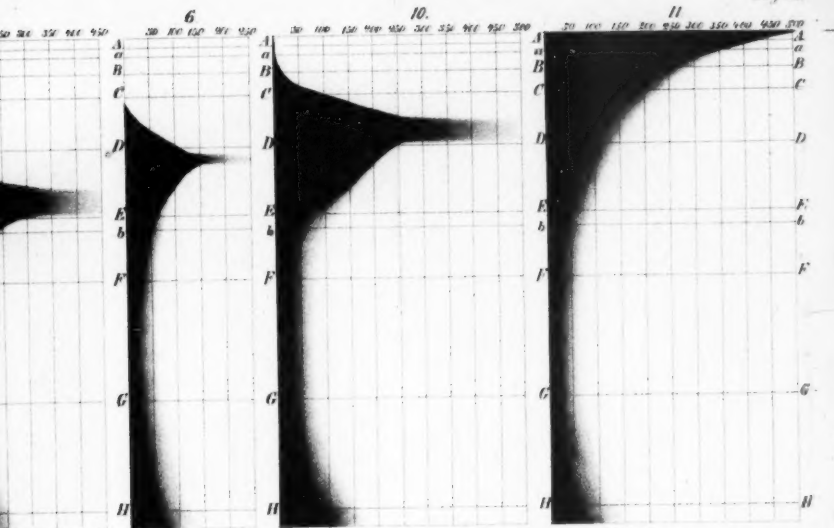


Dr. Schützler'sch. i. Berlin.





A. Schätze lith. i. Berlin.



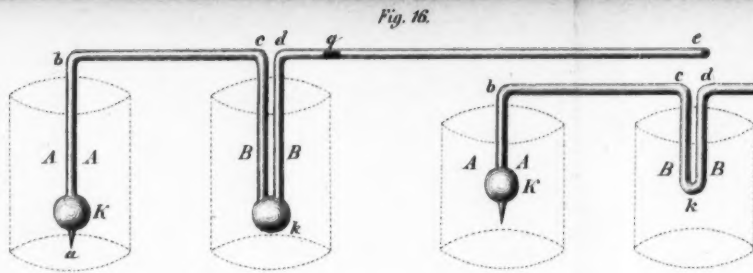
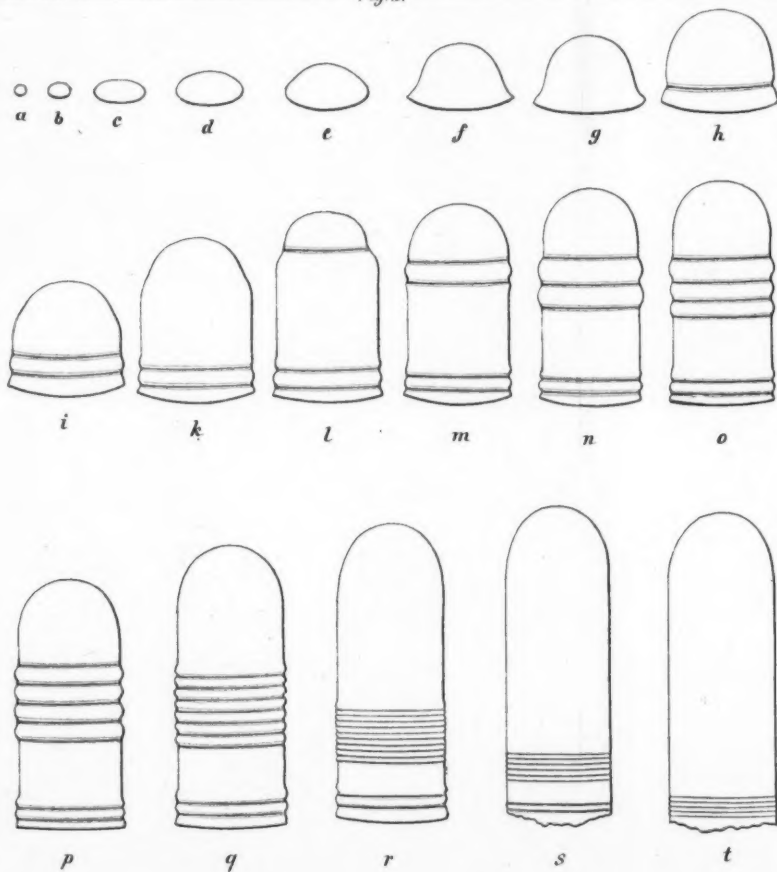


Fig. 15.



Fig. 9.



et. Solzüge i. Stein gest.

Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig.



Fig. 1: 4 Krystallformen des
Fig. 5: 8 " " " des

Fig. 14.





Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 5.



gestaltformen des Silberoxyds
des kohlensauren Silber,
oxyds.

Fig. 14.



Fig. 5.



Fig. 6.

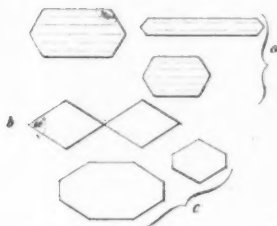


Fig. 7^a.

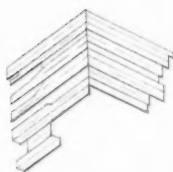


Fig. 7^b.

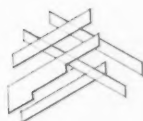


Fig. 10.
c

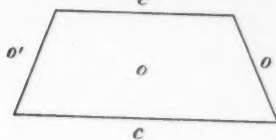


Fig. 11.

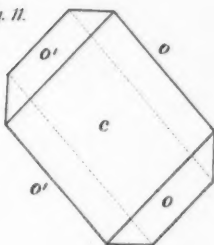


Fig. 12.

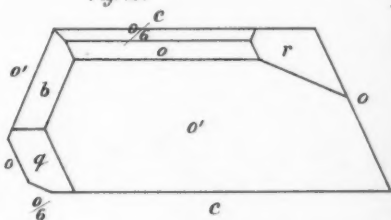
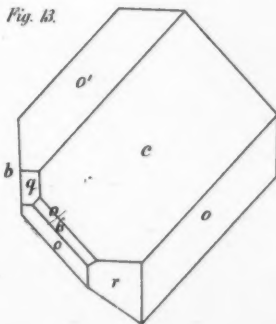
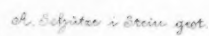
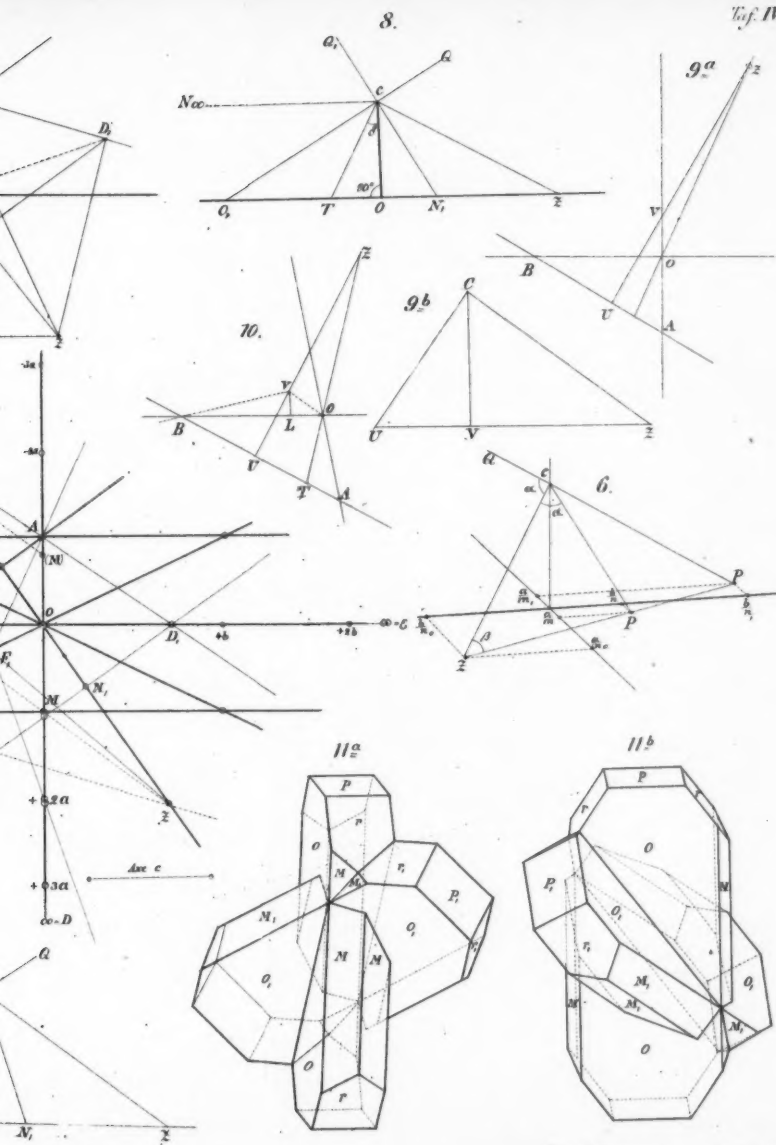
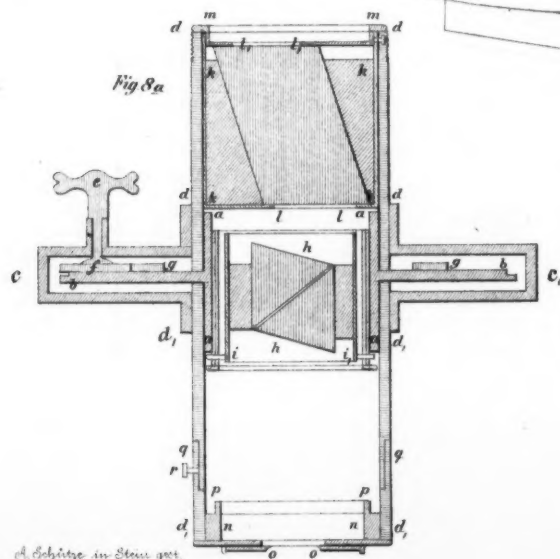
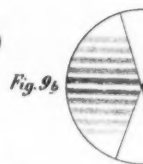
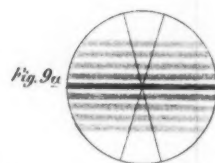
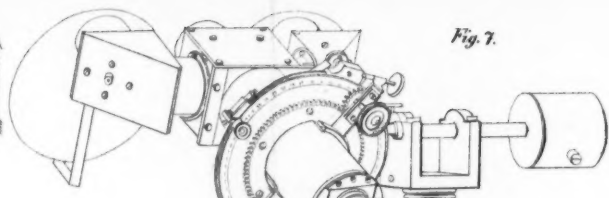
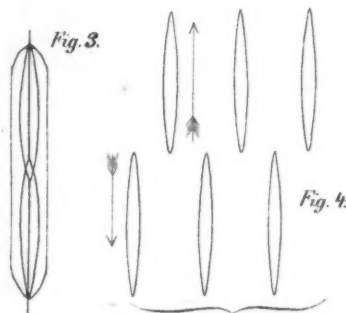
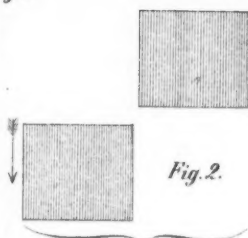
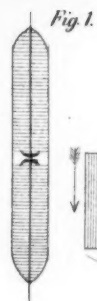


Fig. 13.

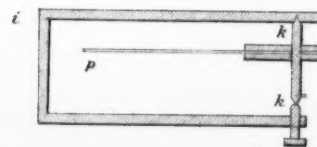








A. Schütz in Stein ger.



7.

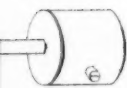


Fig. 9b

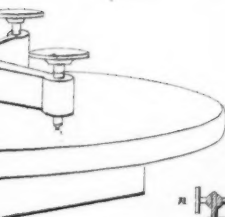
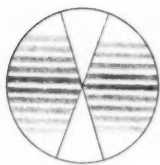


Fig. 8e

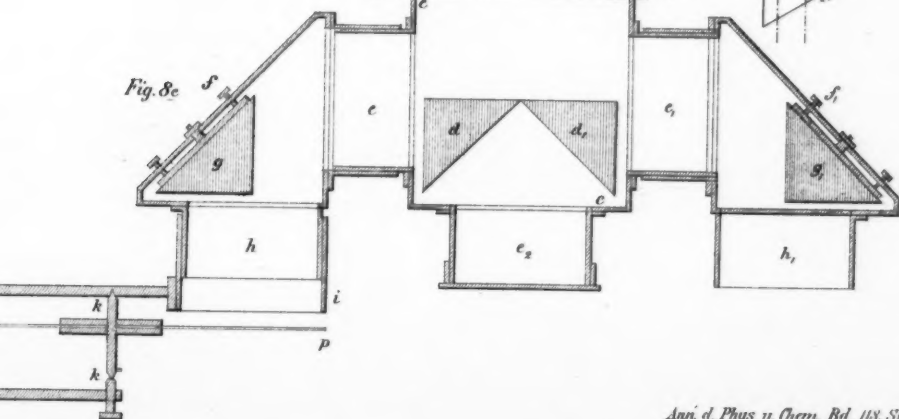


Fig. 8b

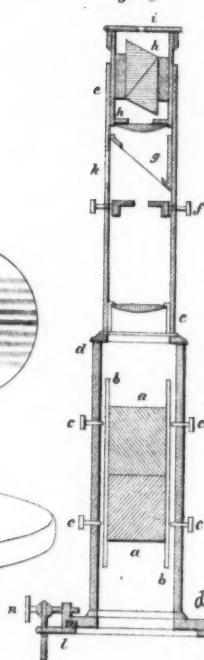


Fig. 5.

A J^2 B J_1^2 C σ σ

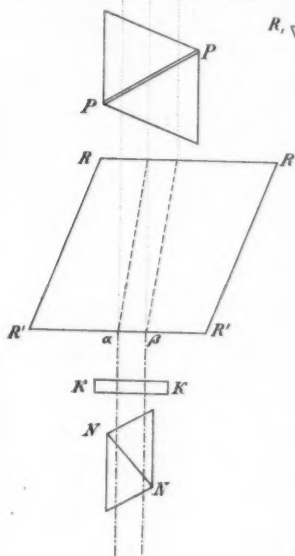
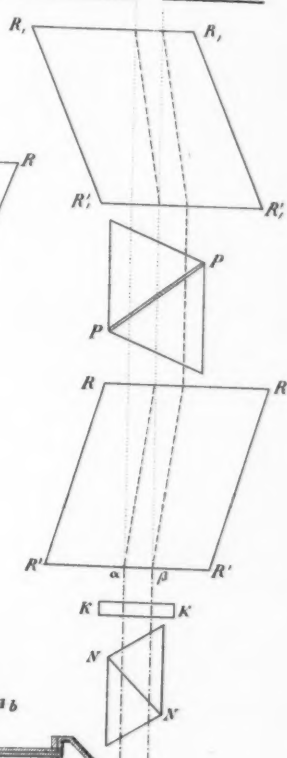
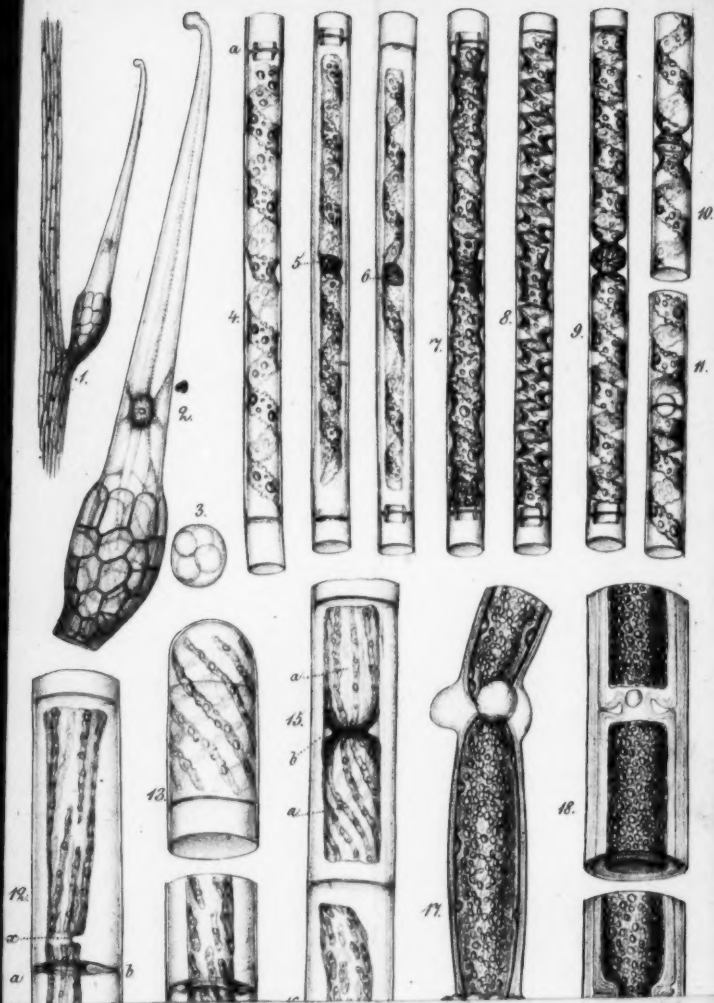
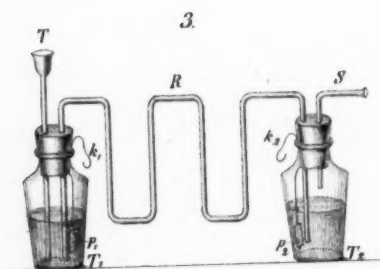
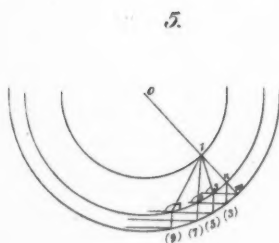
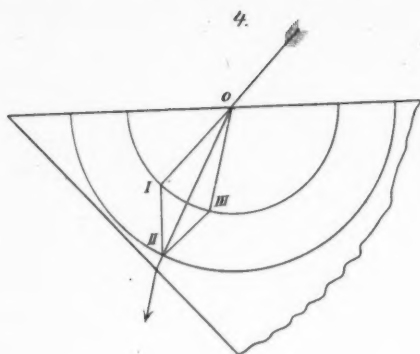


Fig. 6.

Taf. V

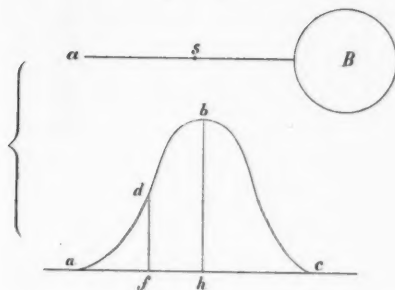




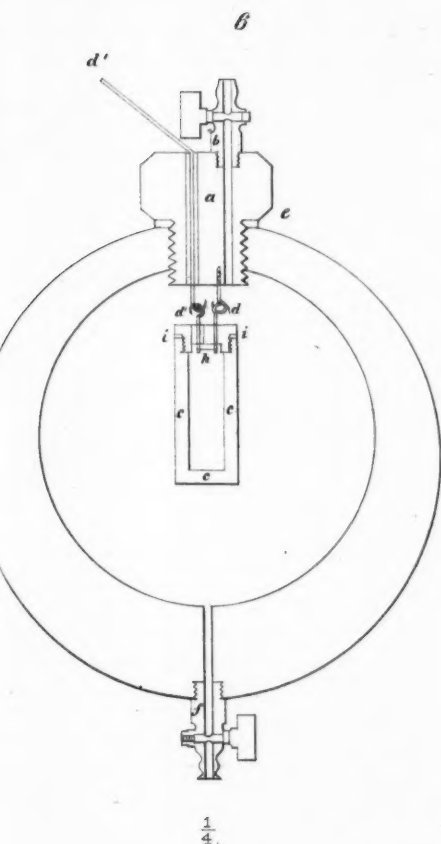
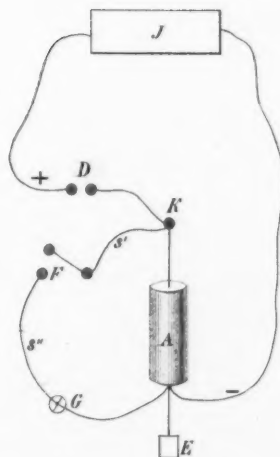


A. Schützge lith.

2.



1.



der natürl. Grösse.

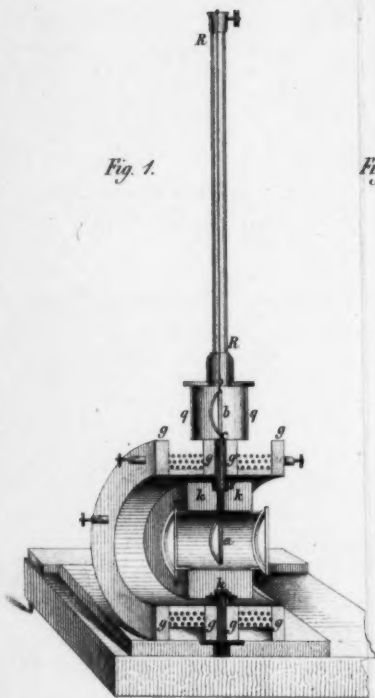


Fig. 1.

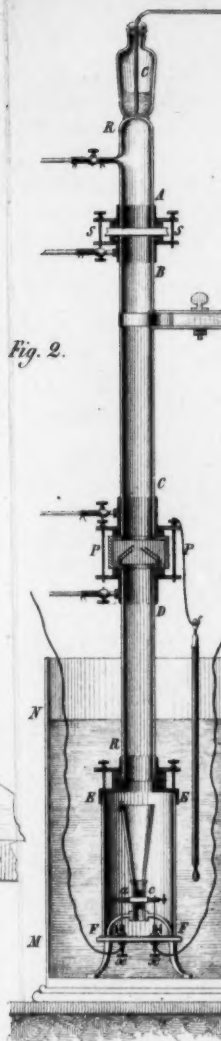


Fig. 2.

